

## INTERPRETASI GEOKIMIA UNSUR UTAMA DAN JEJAK KOMPLEKS VOLKANIK GUNUNG PONGKOR KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT

**Johanes Hutabarat**

Lab. Geokimia dan Geothermal, Jurusan Geologi, FMIPA Universitas Padjadjaran

### ABSTRACT

*The research about study on geochemistry igneous rocks of Gunung Pongkor, Bogor, West Java. Basuki, et al., (1994) summarized the geology of the Pongkor areas consists of pyroclastic rocks (breccias and tuff) and lava flows and domes. Some problem to identifications which can in this research shall be as follows : How chemical composition and rocks affinity and also its evolution of exist in Mount Pongkor area have typical marking?.*

*Samples of the Gunung Pongkor were extensively analyzed for major oxides and trace elements. Compositions of geochemical samples have been plotted and are used in drawing petrogenetic inferences. Igneous rocks Gunung Pongkor belong to the medium calc-alkalic to high Calc-alkalics suites (Peccerillo and Taylor; 1976), and have  $\text{SiO}_2$  contents in the range of 61,34-68,55%, middle and  $\text{TiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  successively high (14,99-19,63%) and lower ( $< 0,50\%$ ); while  $\text{K}_2\text{O}$  range from 1,90-2,55%. Other characteristic is the existence of some example of more enriched in Rb content and Ba. This Enrichment is also expressed by  $\text{K}_2\text{O}$  content which relative higher. Than Ni element content and low Cr, and also Mg number ( $[\text{Mg}\#]$ ) less than 65, designate that its rock is not primitive, or equally experience of larger ones crystal fraksinasi from its mains magma.*

### ABSTRAK

Daerah Gunung Pongkor merupakan Kawasan Pertambangan Emas PT. Aneka Tambang Indonesia (KP. DU 562 / Jawa Barat). Geologi daerah ini secara rinci telah diteliti oleh Basuki, et al., (1994), dimana batuan penyusunnya terdiri dari : (1) Satuan batuan piroklastik; (2) Lava andesit; dan (4) Breksi yang merupakan hasil vulkanik berumur Plio-Pleistosen. Dengan hadirnya batuan beku vulkanik di daerah ini, menunjukkan adanya suatu kegiatan magmatik. Beberapa masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Bagaimanakah komposisi kimia, afinitasi batuan beku dan evolusi magmatik yang ada di daerah Gunung Pongkor mempunyai ciri-ciri yang khas ?.

Tatanama batuan Pongkor tergolong batuan beku dengan afinitasnya termasuk ke dalam himpunan batuan K-sedang (Kalk-alkali) hingga K-tinggi (Kalk-alkali), yang dicirikan kandungan  $\text{SiO}_2$  berkisar antara 53,26-68,18%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{TiO}_2$  berturut-turut menengah sampai tinggi (15,24-18,13%) dan rendah ( $< 1,02\%$ ); sedangkan  $\text{K}_2\text{O}$  berkisar antara 0,90-3,90%. Ciri lainnya adalah adanya beberapa contoh lebih diperkaya dalam kandungan Rb dan Ba. Pengayaan ini juga dicerminkan oleh kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  yang relatif lebih tinggi. Dari kandungan unsur Ni dan Cr yang rendah, serta bilangan Mg ( $[\text{Mg}\#]$ ) kurang dari 65, menandakan bahwa batuan tidak primitif, atau dengan kata lain mengalami fraksinasi kristal yang lebih besar dari magma induknya.

### PENDAHULUAN

Daerah Gunung Pongkor secara administratif termasuk Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat (Gambar 1) yang merupakan Kawasan Pertambangan (KP) Emas Gunung Pongkor PT. Aneka Tambang Indonesia (KP.DU-562/Jawa Barat). Geologi daerah ini secara rinci telah diteliti oleh Basuki, et al., (1994), dimana batuan penyusunnya terdiri dari : (1) Satuan tufa breksi yang terdiri dari fragmen andesit dengan matriks tuf; (2) Satuan tuf

lapili yang setempat mengandung sisipan breksi hitam, dengan sortingnya yang buruk; (3) Lava andesit; dan (4) Breksi yang merupakan hasil vulkanik berumur Plio-Pleistosen.

Dengan hadirnya batuan beku vulkanik di daerah penelitian ini, menunjukkan adanya suatu kegiatan magmatik, yang mana selain sebagai kunci untuk mempelajari evolusi kegiatan magmatik pada zaman tertentu, juga mempunyai keterkaitan erat dengan keterdapatan potensi bahan galian logam (sebagai sumber

panas dan logam) untuk proses hidrotermal yang menghasilkan logam mulia dan logam dasar.

Beberapa masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai Apakah nama dan seri batuan serta evolusi magmatik dari batuan yang ada di daerah Gunung Pongkor mempunyai ciri-ciri yang khas ?. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan evolusi magmatik dan interpretasi lingkungan tektoniknya berdasarkan data analisis geokimia batuan.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dilakukan melalui studi geokimia unsur utama dan unsur jejak batuan terhadap contoh batuan beku yang diambil dari pengamatan lapangan, dimana untuk tatanama batuan dipergunakan klasifikasi menurut Peccerillo & Taylor (1976), sedangkan untuk mempelajari gambaran evolusi magma dan diskriminasi geokimia dari batuan ditelusuri dengan bantuan diagram variasi dengan memakai  $\text{SiO}_2$  sebagai parameter diferensiasinya evolusi magmatiknya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi komposisi geokimia batuan Sejumlah 13 (tiga belas) contoh batuan dianalisis kimia batuan untuk memperoleh data tentang pola unsur utama batuan serta beberapa unsur jejaknya. Hasil analisis kimia batuan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai hilang dibakar (LOI) berkisar antara 0,54-3,10 % berat, hal ini menunjukkan bahwa intensitas yang dialami contoh batuan tersebut antara lain pengubahan hidrotermal dan mungkin juga pengaruh pelapukan, ataupun akibat dari penambahan gugusan OH yang ditunjukkan oleh pembentukan biotit sebagai mineral hasil ubahan.

## Tatanama

Berdasarkan diagram variasi  $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  (Peccerillo & Taylor, 1976) Gambar 2, nampak jelas bahwa batuan Gunung Pongkor tergolong batuan beku dengan afinitas batuan termasuk ke dalam himpunan batuan K-sedang (Kalk-alkali) hingga K-tinggi (Kalk-alkali). Beberapa ciri pola kimia batuan kalk-alkali tersebut adalah sebagai berikut: kandungan  $\text{SiO}_2$  berkisar antara 53,26-68,18%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  = 15,24-18,13%;  $\text{TiO}_2$  = 0,28-1,02%; Rb. = 19-235 ppm; Sr. = 332-638 ppm; Ba. = 999-1065 ppm; V = 25-225 ppm; Cr = 9-154 ppm; Co = 17-78 ppm dan Ni = 16-33 ppm. Data tersebut di atas merupakan ciri dari batuan vulkanik yang terbentuk pada lingkungan busur kepulauan, seperti yang dikemukakan oleh Myashiro (1974). Atas dasar kehadiran normatif  $\text{hy-Q}$  pada semua conto batuan berturut-turut bervariasi antara 5,60-18,85% dan 9,65-28,63%, maka batuan menunjukkan sifat jenuh silika; sedangkan Bilangan Mg ( $[\text{Mg}\#]$ ) adalah  $< 65$ , dengan kandungan Ni dan Cr rendah (kurang dari 34 ppm dan 155 ppm) mengindikasikan bahwa batuan merupakan hasil diferensiasi magma.

## Geokimia unsur utama

Untuk mempelajari gambaran evolusi magma dan diskriminasi geokimia dari batuan akan ditelusuri dengan bantuan diagram variasi dengan memakai  $\text{SiO}_2$  sebagai parameter diferensiasinya. Pada perbandingan beberapa unsur utama dan unsur jejak terhadap  $\text{SiO}_2$  kadang-kadang dijumpai penyebaran yang tidak teratur atau terpecah, hal ini sebagian disebabkan oleh karena contoh batuan yang dianalisis asalnya memperlihatkan tekstur porfiritik dari sedang sampai kuat, atau akibat terdapatnya akumulasi mineral tertentu.

Pola kimia unsur utama dicirikan dengan kisaran kandungan  $\text{SiO}_2$  : 53,26-68,18 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menengah 15,24-18,13%;  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{TiO}_2$  ber-

turut-turut bervariasi antara 0,90-3,90% dan 0,28-1,02%. Kandungan MgO berkisar antara 0,32-4,56%; sedangkan  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  bervariasi rendah antara 0,35-6,42%. Unsur oksida lainnya memperlihatkan jumlah yang tidak begitu bervariasi tinggi, yaitu :  $\text{Na}_2\text{O}$  antara 2,48-4,82%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  : 0,06-0,24 %;  $\text{CaO}$  : 2,38-10,06 %, dan  $\text{MnO}$  : 0,08-0,20 %.

Pada beberapa contoh PKB.7 dan DAN.11 terlihat mempunyai nilai komposisi normatif-c (korundum) berturut-turut 0,73 dan 1,52; hal ini mungkin mengindikasikan tidak akurasi analisis pada kandungan silika yang tinggi (Chayes, 1970; Gill, 1981), atau kemungkinan lainnya dapat juga disebabkan karena batuanannya agak terubah.

Dengan memakai  $\text{SiO}_2$  sebagai faktor pembanding, maka variasi unsur utamanya dapat diuraikan sebagai berikut (Gambar 3) :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO}$  menunjukkan adanya penurunan kadar seiring dengan adanya peningkatan  $\text{SiO}_2$ ; sebaliknya untuk  $\text{K}_2\text{O}$  menunjukkan peningkatan seiring pula dengan adanya kenaikan kadar  $\text{SiO}_2$ . MgO dan  $\text{TiO}_2$  memperlihatkan pada awalnya peningkatan kadar sampai dengan nilai  $\text{SiO}_2$  55%, tetapi pada nilai  $\text{SiO}_2$  di atas 55% kedua oksida tersebut mulai menurun atau berkurang.  $\text{MnO}$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  pada mulanya nampak tidak teratur polanya sampai nilai  $\text{SiO}_2$  59%; tetapi di atas nilai  $\text{SiO}_2$  59% nampak adanya penurunan yang relatif agak tajam.

### **Geokimia unsur jejak**

Pola kimia unsur jejak dicirikan antara lain oleh kandungan unsur jejak Rb bervariasi tinggi berkisar antara 52-205 ppm, sedangkan Ba dan Sr menunjukkan kadar yang bervariasi, berturut-turut antara 999-1060 ppm dan 332-540 ppm; sedangkan Cr bervariasi tinggi berkisar antara 27-154 ppm. Kandungan V berkisar antara 25-175 ppm. Unsur jejak lainnya memperlihatkan jumlah sebagai berikut : Co = 17-41 ppm; Cu

= 9-36 ppm, dan Zn = 49-85 ppm. Beberapa contoh yang mempunyai kadar Rb yang tinggi (205 ppm) diikuti pula dengan tingginya kadar  $\text{K}_2\text{O}$  (3,74%). Demikian pula untuk beberapa contoh yang relatif kaya Sr dan Ba mempunyai harga MgO dan  $\text{TiO}_2$  yang rendah.

Umumnya batuan seri Kalk-alkali daerah penelitian memperlihatkan nisbah yang agak tinggi dibanding dengan nisbah unsur jejak batuan Seri Kalk-alkali lainnya. Berdasarkan variasi unsur jejak seperti terlihat pada Tabel 1, nampak beberapa contoh lebih diperkaya dalam kandungan Rb dan Ba. Pengayaan ini juga dicerminkan oleh kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  yang relatif lebih tinggi. Dari kandungan unsur Ni dan Cr yang rendah, serta bilangan  $\text{Mg} / [\text{Mg}\#]$  kurang dari 65, menandakan bahwa batuanannya tidak primitif, atau dengan kata lain mengalami fraksinasi kristal yang lebih besar dari magma induknya.

Untuk mempelajari gambaran evolusi magma dan diskriminasi geokimia dari batuanannya akan ditelusuri dengan bantuan diagram variasi dengan memakai  $\text{SiO}_2$  sebagai parameter diferensiasinya (Gambar 4). Unsur inkompatibel Rb memperlihatkan pengayaan yang progresive, sedangkan untuk Ba tidak memperlihatkan hubungan yang jelas. Untuk unsur kompatibel (Ni, Cr, dan V) nampak memperlihatkan adanya korelasi yang negatif dengan adanya peningkatan kadar  $\text{SiO}_2$  walaupun sebagian nampak berpencar. Demikian pula untuk unsur Co; Cu dan Zn memperlihatkan adanya pengurangan kadar dengan adanya peningkatan nilai  $\text{SiO}_2$  walaupun sebagian nampak berpencar. Untuk Sr nampak terlihat adanya penurunan kadarnya dengan adanya kenaikan  $\text{SiO}_2$ , walaupun sebagian nampak berpencar.

### **Diskusi**

Dari semua contoh yang dianalisis menunjukkan kandungan  $\text{SiO}_2$  berkisar antara 53,26-68,18 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$

dan  $\text{TiO}_2$  berturut-turut menengah sampai tinggi (15,24-18,13%) dan rendah (<1,03%). Sedangkan  $\text{K}_2\text{O}$  berkisar antara 0,90-3,90%, dengan angka perbandingan  $\text{FeO}^*/\text{MgO}$  sekitar 1,61-6,58%. Data tersebut merupakan ciri dari batuan vulkanik yang terbentuk pada lingkungan busur kepulauan, seperti yang dikemukakan oleh Miyashiro (1974). Sedangkan atas dasar Bilangan Mg ( $[\text{Mg}\#]$ ) adalah < 65, dengan kandungan Ni dan Cr rendah (kurang dari 34 ppm dan 155 ppm) mengindikasikan bahwa batumannya merupakan hasil diferensiasi magma.

Demikian juga bila dilihat pada perajahan diagram  $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  Peccerillo & Taylor (1976) nampak jelas dapat digolongkan kedalam himpunan batuan Kalk-alkali K-sedang dan K-tinggi (mempunyai afinitas Kalk-alkali). Sedangkan dilihat dari pola kimia unsur jejaknya dicirikan antara lain oleh kandungan unsur jejak Rb yang bervariasi tinggi berkisar antara 52-205 ppm, sedangkan Ba dan Sr menunjukkan kadar yang bervariasi, berturut-turut antara 999-1060 ppm dan 332-540 ppm; sedangkan Cr bervariasi tinggi berkisar antara 27-154 ppm. Kandungan V berkisar antara 25-175 ppm. Unsur jejak lainnya memperlihatkan jumlah sebagai berikut : Co = 17-41 ppm; Cu = 9-36 ppm, dan Zn = 49-85 ppm. Beberapa contoh yang mempunyai kadar Rb yang tinggi (205 ppm dan 132 ppm) diikuti pula dengan tingginya kadar  $\text{K}_2\text{O}$  (3,74% dan 2,46%). Demikian pula untuk beberapa contoh yang relatif kaya Sr dan Ba mempunyai harga MgO dan  $\text{TiO}_2$  yang rendah.

Umumnya batuan seri Kalk-alkali daerah penelitian memperlihatkan nisbah yang agak tinggi dibanding dengan nisbah unsur jejak batuan seri kalk-alkali lainnya. Berdasarkan variasi unsur jejak seperti terlihat pada Tabel 1, nampak beberapa contoh lebih diperkaya dalam kandungan Rb dan Ba. Pengayaan ini juga dicerminkan oleh kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  yang relatif lebih tinggi. Dari kandungan unsur Ni

dan Cr yang rendah, serta bilangan Mg ( $[\text{Mg}\#]$ ) kurang dari 65, menandakan bahwa batumannya tidak primitif, atau dengan kata lain mengalami fraksinasi kristal yang lebih besar dari magma induknya.

Dengan adanya variasi kimiawi dan ciri adanya titik pembelokan dari trend pola kimia seperti yang diuraikan sebelumnya, hal ini menunjukkan adanya hubungan perubahan dalam kumpulan mineral dan kimia mineralnya. Teramatinya trends kimiawi pada batuan beku di daerah penelitian pada dasarnya dapat menjelaskan atau menggambarkan bahwa pembentukan asal batuan bekunya melibatkan fraksinasi kristal fenokris; dari plagioklas-calcic + olivin-kaya Fo + diopsid/augit  $\pm$  titanomagnetit; yang kemudian berlanjut ke fraksinasi kristal fenokris dimana hypersten mulai mengambil tempat olivin, sedang titanomagnetit menjadi fase kristalisasi yang penting; dan kemudian kumpulan kristalisasi berubah yang dicirikan dengan plagioklas menengah + augit + hypersten + titanomagnetit  $\pm$  apatit. Selain itu, dengan adanya pola kimia unsur utama dan unsur jejaknya tersebut mencerminkan pula adanya kristalisasi fraksional dari percampuran dari dua komposisi magma yang berbeda (*Mixing of two different magma composition*); yang mana hal ini terlihat dari adanya hubungan dari tiap-tiap diagram  $\text{SiO}_2$  versus oksida utamanya yang memperlihatkan korelasi dan sebagian terpecah. Sedangkan pada beberapa diagram terlihat adanya pembengkokan dari garis korelasinya, hal ini mencerminkan bahwa fraksional kristal dihasilkan dari variasi kimia dalam magma. Adanya MgO dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang bervariasi ekstrim, kemungkinan hasil dari kontaminasi dari *Crustal melts*; sedangkan dengan adanya penurunan  $\text{P}_2\text{O}_5$  yang dibarengi pengurangan MgO, memperlihatkan adanya variasi tingkatan dari kristalisasi fraksional atau peleburan sepihak.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan diagram variasi  $K_2O-SiO_2$  (Peccerillo & Taylor, 1976) tatanama batuan Gunung Pongkor tergolong batuan beku dengan afinitasnya termasuk ke dalam himpunan batuan K-sedang (Kalk-alkali) hingga K-tinggi (Kalk-alkali).
2. Dari semua conto yang dianalisis menunjukkan kandungan  $SiO_2$  berkisar antara 53,26-68,18%,  $Al_2O_3$  dan  $TiO_2$  berturut-turut menengah sampai tinggi (15,24-18,13%) dan rendah ( $< 1,03\%$ ). Sedangkan  $K_2O$  berkisar antara 0,90-3,90%, dengan angka perbandingan  $FeO^*/MgO$  sekitar 1,61-6,58%. Data tersebut merupakan ciri dari batuan vulkanik yang terbentuk pada lingkungan busur kepulauan, seperti yang dikemukakan oleh Miyashiro (1974).
3. Umumnya batuan seri Kalk-alkali daerah penelitian memperlihatkan nisbah yang agak tinggi dibanding dengan nisbah unsur jejak batuan seri kalk-alkali lainnya. Berdasarkan variasi unsur jejaknya, nampak beberapa contoh lebih diperkaya dalam kandungan Rb dan Ba. Pengayaan ini juga dicerminkan oleh kandungan  $K_2O$  yang relatif lebih tinggi. Dari kandungan unsur Ni dan Cr yang rendah, serta bilangan Mg ( $[Mg\#]$ ) kurang dari 65, menandakan bahwa batuan tidak primitif, atau dengan kata lain mengalami fraksinasi kristal yang lebih besar dari magma induknya.
4. Adanya pola kimia unsur utama dan unsur jejaknya yang memperlihatkan korelasi dan sebagian terpecah mencerminkan pula adanya kristalisasi fraksional dari campuran dari dua komposisi magma yang berbeda (*Mixing of two different magma composition*). Sedang pada beberapa diagram terlihat adanya pembengkokan dari garis korelasinya, hal ini mencerminkan bahwa fraksi-onal kristal dihasilkan dari variasi kimia

dalam magma. Adanya  $MgO$  dan  $Al_2O_3$  yang bervariasi ekstrim, kemungkinan hasil dari kontaminasi dari *Crustal melts*.

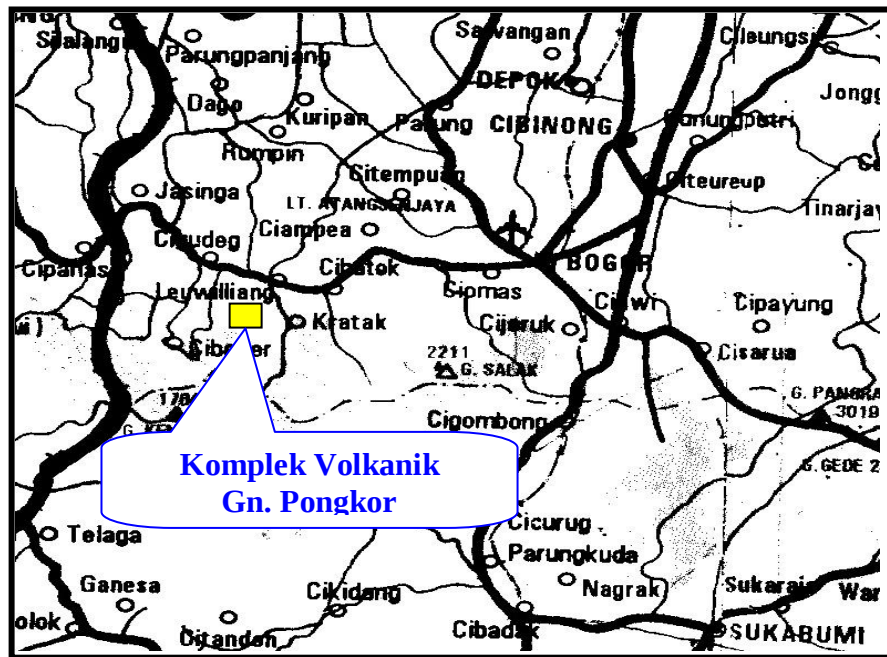
## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penelitian kepada kami dengan dana DIKS UNPAD Tahun Anggaran 2004.

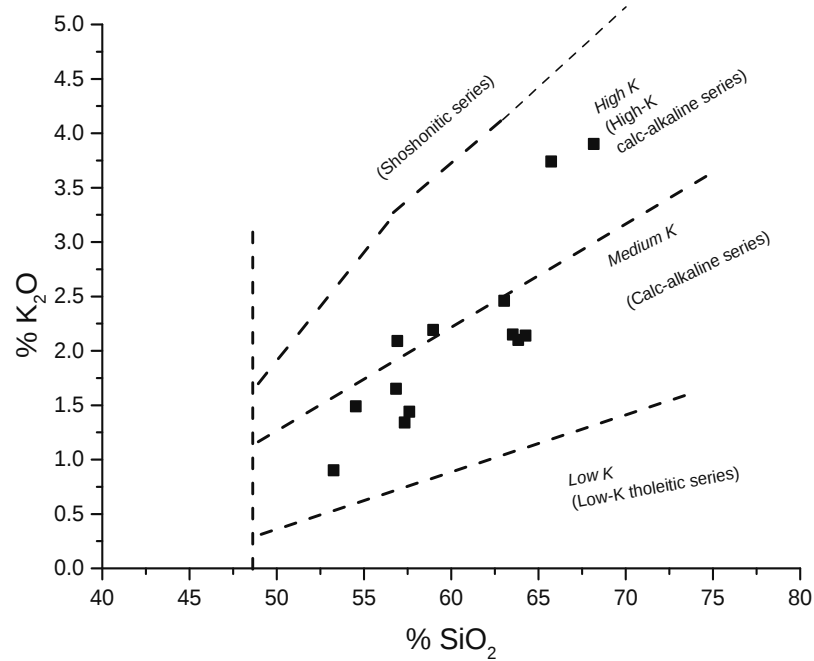
Demikian pula kepada bapak pimpinan Jurusan Geologi, FMIPA UNPAD dan pihak PT Aneka Tambang Tbk., berturut-turut atas persetujuannya menggunakan data hasil analisis geokimia batuan dan petrograf serta fasilitas yang diberikan selama penelitian di lapangan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A., Aditya Sumanagara, D., and Sinambela, D., 1994. *The Gunung Pongkor gold-silver deposit, West Java, Indonesia*, Journal Geochemical Exploration, 50 : 371-391.
- Bemmelen, R.W. van, 1949, *The Geology of Indonesia*: 2 vols., Martinus Nijhoff, The Hague.
- Carlile, J. C. and Mitchell, A. H. G., 1994. Magmatic arcs and associated gold and copper mineralization in Indonesia. Jour. Geochem. Explor., 50, 91-142
- Dept. Geologi Univ. Padjadjaran, 2001, *Studi Sistematis Geologi Daerah Pongkor dan Sekitarnya*, Laporan Akhir Kerjasama Penelitian UBPE Pongkor PT. Aneka Tambang, Jilid I, tidak dipublikasikan, Dept. Geologi Unpad, Bandung
- Effendi, A.C., dkk., 1988. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa Barat*, Skala 1:100.000, PPPG., Bandung.
- Katili, J.A., 1975. Volcanism and plate tectonics in the Indonesian island arcs. Tectonophysics, 26. 165-188.
- Marcoux, E., Milesi, J.P., T. Sitorus., and M. Simanjuntak., 1996. *The Epithermal Au-Ag-(Mn) Deposit of Pongkor (west Java, Indonesia)*, Indonesian Mining Journal, Vo.2, No.3.
- Martodjojo, S. 1982. Evolution of Bogor basin, West Java. ITB, 412p. (unpublish phd. Thesis).
- Milesi, J. P., Marcoux, E., Sitorus, T., Simandjuntak, M., Leroy, J. and Baily, L. ,1999. Pongkor (West Java, Indonesia): A Pliocene supergene-enriched epithermal Au-Ag-(Mn) deposit. Mineral. Deposita, 34, 131-149.
- Miyashiro, A., 1975. *Classification characteristic and origin of ophiolite*. Jour. Geol., vol.83, no.2, 249-281.
- Peccerillo R. and Taylor S.R., 1976, *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey*. Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- Rollinson H.R., 1993. *Using Geochemical data : evaluation, presentation, interpretation*, Longman Group UK Limited, 352 p.
- Soeria-Atmadja, R., H. Pringgoprawiro, B. Priadi, 1990, *Kegiatan Magmatik Tersier Di Jawa : Studi Evaluasi Geokimia dan Mineralogi*. Prosiding Persidangan Sains Bumi dan Masyarakat, Anjuran Jabatan Geologi Universitas Kebangsaan Malaysia.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., and Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java. J. Southeast Asian Earth Sci. 9, 13-28.
- Sumanagara, D.A., dan D. Sinambela, 1991. *Pemuan Endapan Emas Primer di Gunung Pongkor, Jawa Barat*. Majalah IAGI, PIT ke 20.
- Sunardi, E., 2002, Survey Geofisika dan Studi Keterdapatan Enas Ephitermal di Ciurug Open-Pit, Laporan Akhir Kerjasama Penelitian Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor, PT. Aneka Tambang Tbk. Dengan Jurusan Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, tidak terbit.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian yang secara administratif termasuk Kabupaten Bogor.



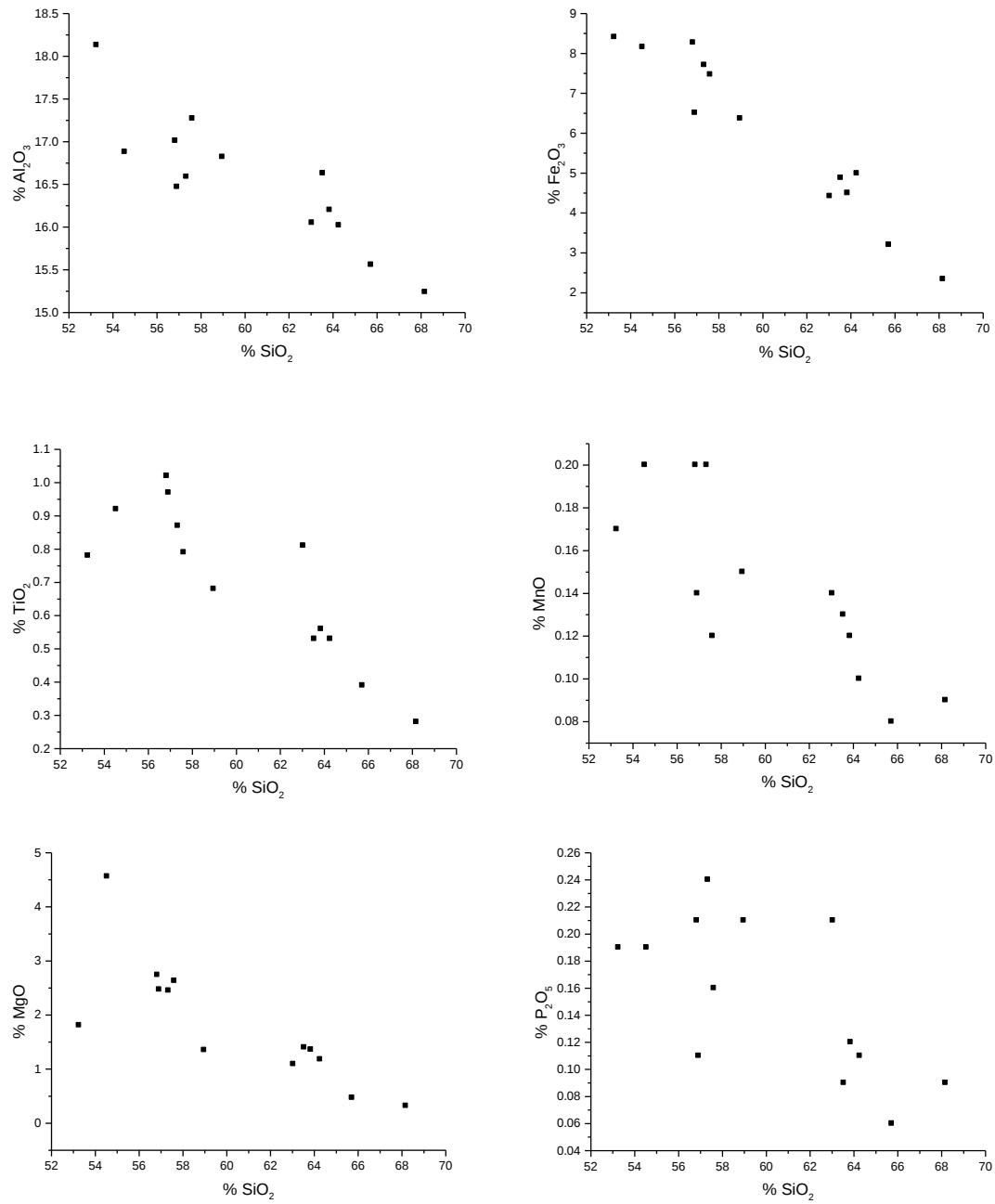
Gambar 2. Kedudukan batuan vulkanik Gunung Pongkor dalam diagram K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> (Peccerillo & Taylor; 1976).

Tabel 1. Komposisi Kimia Unsur Utama dan Unsur Jejak  
Batuan Komplek Vulkanik Gn. Pongkor.

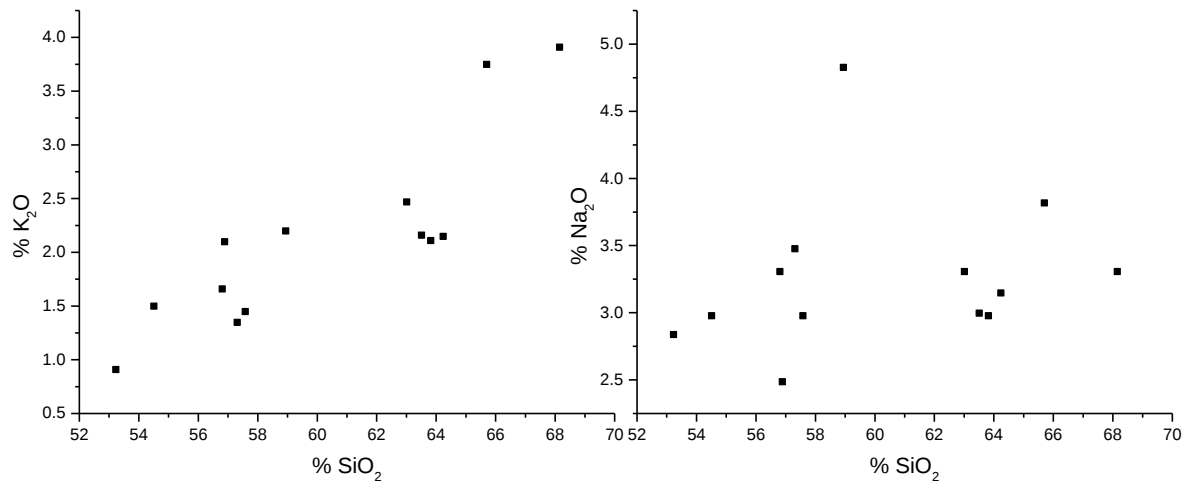
| No. Contoh                                                  | PKB.1        | PKB.2        | PKB.3        | PKB.4        | PKB.5        | PKB 6        | PKB. 7       | PKB.8        |
|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Unsur Utama ( % )</b>                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| SiO <sub>2</sub>                                            | 54.54        | 57.61        | 63.85        | 63.04        | 56.92        | 64.27        | 65.73        | 58.97        |
| TiO <sub>2</sub>                                            | 0.92         | 0.79         | 0.56         | 0.81         | 0.97         | 0.53         | 0.39         | 0.68         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 16.88        | 17.27        | 16.20        | 16.05        | 16.49        | 16.02        | 15.56        | 16.82        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 1.22         | 1.12         | 0.68         | 0.66         | 0.98         | 0.75         | 0.48         | 0.96         |
| FeO                                                         | 6.24         | 5.72         | 3.44         | 3.38         | 4.98         | 3.82         | 2.45         | 4.87         |
| MnO                                                         | 0.20         | 0.12         | 0.12         | 0.14         | 0.14         | 0.10         | 0.08         | 0.15         |
| MgO                                                         | 4.56         | 2.63         | 1.36         | 1.09         | 2.47         | 1.18         | 0.47         | 1.35         |
| CaO                                                         | 7.13         | 7.34         | 5.32         | 5.75         | 7.11         | 5.68         | 2.57         | 6.43         |
| Na <sub>2</sub> O                                           | 2.97         | 2.97         | 2.97         | 3.30         | 2.48         | 3.14         | 3.81         | 4.82         |
| K <sub>2</sub> O                                            | 1.49         | 1.44         | 2.10         | 2.46         | 2.09         | 2.14         | 3.74         | 2.19         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                               | 0.19         | 0.16         | 0.12         | 0.21         | 0.11         | 0.11         | 0.06         | 0.21         |
| H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>                               | 1.56         | 1.28         | 1.51         | 1.57         | 1.51         | 1.73         | 1.05         | 1.35         |
| <i>Total</i>                                                | <i>97.90</i> | <i>98.45</i> | <i>98.23</i> | <i>98.46</i> | <i>96.25</i> | <i>99.47</i> | <i>96.39</i> | <i>98.80</i> |
| LOI                                                         | 2.01         | 1.90         | 2.65         | 2.22         | 4.15         | 1.73         | 1.05         | 1.98         |
| <b>Analisis dihitung kembali bebas dari jumlah volatile</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |
| SiO <sub>2</sub>                                            | 56.61        | 59.29        | 66.02        | 65.06        | 60.08        | 65.76        | 68.94        | 60.51        |
| TiO <sub>2</sub>                                            | 0.95         | 0.81         | 0.58         | 0.84         | 1.02         | 0.54         | 0.41         | 0.70         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 17.52        | 17.77        | 16.75        | 16.57        | 17.41        | 16.39        | 16.32        | 17.26        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 1.27         | 1.15         | 0.70         | 0.68         | 1.03         | 0.77         | 0.50         | 0.99         |
| FeO                                                         | 6.48         | 5.89         | 3.56         | 3.49         | 5.26         | 3.91         | 2.57         | 5.00         |
| MnO                                                         | 0.21         | 0.12         | 0.12         | 0.14         | 0.15         | 0.10         | 0.08         | 0.15         |
| MgO                                                         | 4.73         | 2.71         | 1.41         | 1.12         | 2.61         | 1.21         | 0.49         | 1.39         |
| CaO                                                         | 7.40         | 7.55         | 5.50         | 5.93         | 7.50         | 5.81         | 2.70         | 6.60         |
| Na <sub>2</sub> O                                           | 3.08         | 3.06         | 3.07         | 3.41         | 2.62         | 3.21         | 4.00         | 4.95         |
| K <sub>2</sub> O                                            | 1.55         | 1.48         | 2.17         | 2.54         | 2.21         | 2.19         | 3.92         | 2.25         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                               | 0.20         | 0.16         | 0.12         | 0.22         | 0.12         | 0.11         | 0.06         | 0.22         |
| <i>Total</i>                                                | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   | <i>100</i>   |
| FeO*                                                        | 7.62         | 6.92         | 4.19         | 4,10         | 6.19         | 4.60         | 3.02         | 5.88         |
| K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O                          | 4.63         | 4.54         | 5.24         | 5,94         | 4.82         | 5.40         | 7.92         | 7.19         |
| CaO+K <sub>2</sub> O                                        | 12.13        | 10.26        | 6.91         | 7,06         | 10.11        | 7.20         | 3.19         | 7.98         |
| DI                                                          | 46.60        | 51.35        | 65.75        | 66.47        | 52.95        | 65.63        | 81.27        | 64.13        |
| Mg#                                                         | 68.43        | 57.70        | 53.97        | 48.90        | 59.53        | 47.82        | 36.27        | 45.12        |
| FeO*/MgO                                                    | 1.61         | 2.56         | 2.98         | 3,65         | 2.37         | 3.81         | 6.13         | 4.25         |
| <b>Unsur Jejak (ppm)</b>                                    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Rb                                                          | 52           | 52           | 116          | 132          | 80           | 117          | 205          | 83           |
| Ba                                                          | 1050         | 1050         | 1058         | 1059         | 1024         | 1060         | 1007         | 999          |
| Sr                                                          | 540          | 540          | 374          | 540          | 523          | 419          | 332          | 511          |
| Co                                                          | 41           | 41           | 38           | 37           | 38           | 29           | 17           | 32           |
| Cr                                                          | 154          | 154          | 79           | 103          | 27           | 128          | 93           | 106          |
| Ni                                                          | 33           | 33           | 20           | 24           | 26           | 21           | 18           | 30           |
| V                                                           | 175          | 175          | 175          | 175          | 175          | 150          | 25           | 150          |
| Cu                                                          | 29           | 29           | 21           | 22           | 36           | 21           | 9            | 35           |
| Zn                                                          | 67           | 67           | 74           | 73           | 74           | 66           | 49           | 85           |

Tabel 1. (lanjutan)

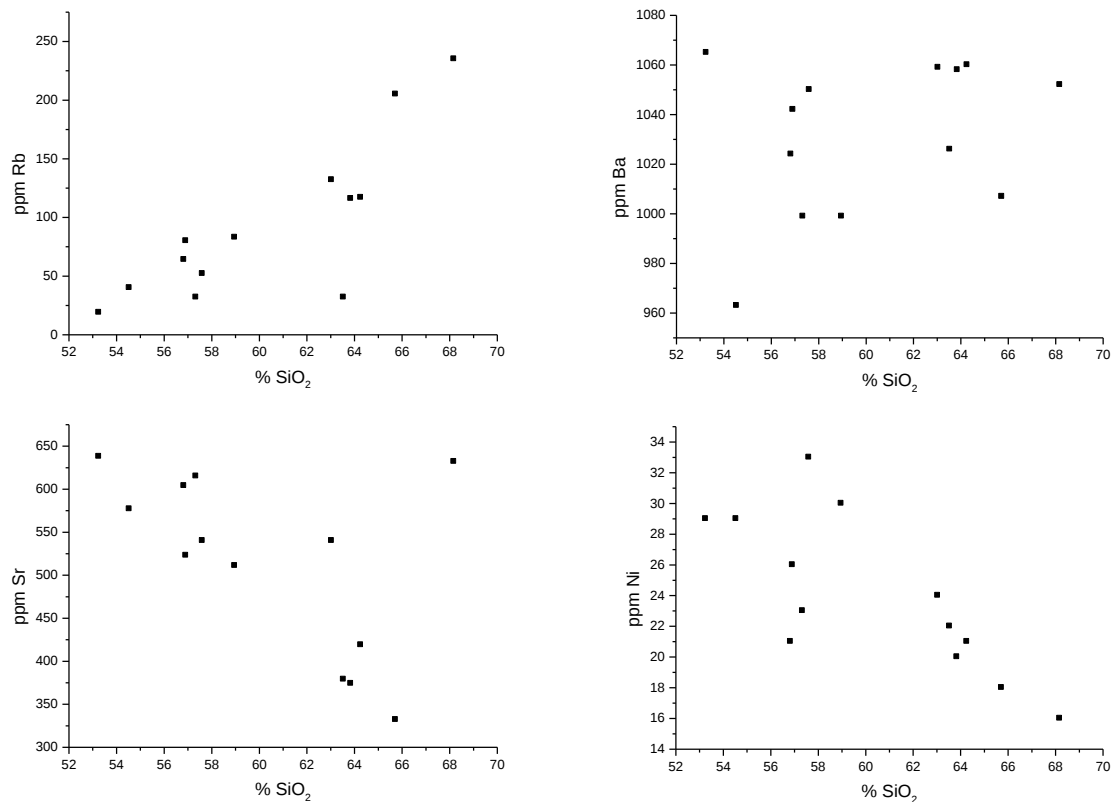
| No. Contoh                                                  | PKB. 9 | PKB. 10 | PM.06 | HLN. 03 | DAN 11 |
|-------------------------------------------------------------|--------|---------|-------|---------|--------|
| <b>Unsur Utama ( % )</b>                                    |        |         |       |         |        |
| SiO <sub>2</sub>                                            | 57.34  | 56.84   | 53.26 | 63.54   | 68.18  |
| TiO <sub>2</sub>                                            | 0.87   | 1.02    | 0.78  | 0.53    | 0.28   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 16.59  | 17.01   | 18.13 | 16.63   | 15.24  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 1.16   | 1.24    | 1.26  | 0.73    | 0.35   |
| FeO                                                         | 5.90   | 6.33    | 6.42  | 3.73    | 1.79   |
| MnO                                                         | 0.20   | 0.20    | 0.17  | 0.13    | 0.09   |
| MgO                                                         | 2.45   | 2.74    | 1.81  | 1.40    | 0.32   |
| CaO                                                         | 7.47   | 7.13    | 10.06 | 6.10    | 2.38   |
| Na <sub>2</sub> O                                           | 3.47   | 3.30    | 2.83  | 2.99    | 3.30   |
| K <sub>2</sub> O                                            | 1.34   | 1.65    | 0.90  | 2.15    | 3.90   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                               | 0.24   | 0.21    | 0.19  | 0.09    | 0.09   |
| H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>                               | 1.37   | 1.10    | 1.94  | 0.66    | 0.54   |
| <i>Total</i>                                                | 98.40  | 98.77   | 97.79 | 98.68   | 96.46  |
| LOI                                                         | 1.74   | 1.12    | 3.10  | 0.96    | 0.54   |
| <b>Analisis dihitung kembali bebas dari jumlah volatile</b> |        |         |       |         |        |
| SiO <sub>2</sub>                                            | 59.10  | 58.20   | 55.58 | 64.82   | 71.08  |
| TiO <sub>2</sub>                                            | 0.90   | 1.04    | 0.81  | 0.54    | 0.29   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 17.10  | 17.42   | 18.92 | 16.97   | 15.89  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                              | 1.20   | 1.27    | 1.31  | 0.74    | 0.36   |
| FeO                                                         | 6.08   | 6.48    | 6.71  | 3.81    | 1.87   |
| MnO                                                         | 0.21   | 0.20    | 0.18  | 0.13    | 0.09   |
| MgO                                                         | 2.52   | 2.81    | 1.89  | 1.43    | 0.33   |
| CaO                                                         | 7.70   | 7.30    | 10.50 | 6.22    | 2.48   |
| Na <sub>2</sub> O                                           | 3.58   | 3.38    | 2.95  | 3.05    | 3.44   |
| K <sub>2</sub> O                                            | 1.38   | 1.69    | 0.94  | 2.19    | 4.07   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                               | 0.25   | 0.22    | 0.20  | 0.09    | 0.09   |
| <i>Total</i>                                                | 100    | 100     | 100   | 100     | 100    |
| FeO*                                                        | 7.16   | 7.62    | 7.89  | 4.48    | 2.19   |
| K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O                          | 4.96   | 5.07    | 3.89  | 5.24    | 7.51   |
| CaO+MgO                                                     | 10.22  | 10.11   | 12.39 | 7.65    | 2.81   |
| DI                                                          | 52.93  | 52.24   | 41.24 | 63.01   | 82.23  |
| Mg#                                                         | 55.19  | 56.22   | 45.51 | 52.69   | 34.66  |
| FeO*/MgO                                                    | 2.83   | 2.72    | 4.18  | 3.13    | 6.58   |
| <b>Unsur Jejak (ppm)</b>                                    |        |         |       |         |        |
| Rb                                                          | 32     | 64      | 19    | 32      | 235    |
| Ba                                                          | 999    | 1024    | 1065  | 1026    | 1052   |
| Sr                                                          | 615    | 604     | 638   | 379     | 632    |
| Co                                                          | 35     | 35      | 78    | 59      | 46     |
| Cr                                                          | 123    | 124     | 30    | 23      | 9      |
| Ni                                                          | 23     | 21      | 29    | 22      | 16     |
| V                                                           | 200    | 225     | 225   | 175     | 50     |
| Cu                                                          | 23     | 35      | 28    | 33      | 16     |
| Zn                                                          | 72     | 77      | 69    | 63      | 58     |



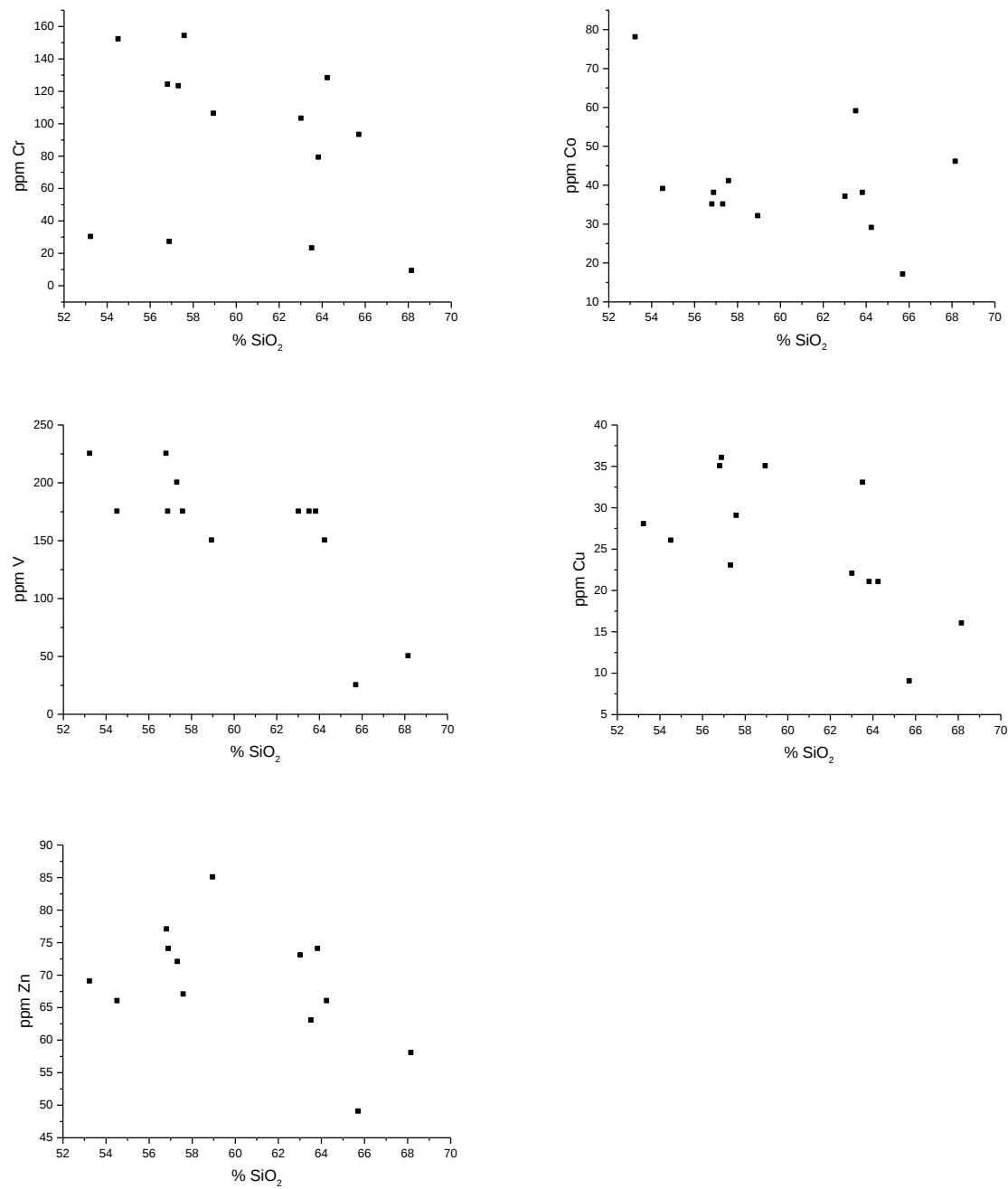
Gambar 3. Diagram Variasi Harker untuk batuan kompleks vulkanik Gn. Pongkor.



Gambar 3. Diagram Variasi Harker untuk batuan kompleks vulkanik Gn. Pongkor (lanjutan).



Gambar 4. Diagram variasi unsur jejak Rb, Ba, Sr dan Ni terhadap  $\text{SiO}_2$ .



Gambar 4. Diagram variasi unsur jejak Cr, Co, V, Cu dan Zn terhadap SiO<sub>2</sub> (lanjutan).