

GEOMORFOLOGI DAN PETROLOGI DALAM KAJIAN PENENTUAN LOKASI SUMBER ERUPSI GUNUNG API PURBA DI PEGUNUNGAN SELATAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST. MT.

Staf pengajar di Jurusan Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta

e-mail: l3c04110@yahoo.com

ABSTRAK

Gunung api purba adalah gunung api yang pernah aktif pada masa lampau, tetapi sekarang sudah mati dan bahkan tererosi lanjut sehingga penampakannya tidak sejelas gunung api sekarang. Bentang alam yang dibangun batuan gunung api di Pegunungan Selatan Yogyakarta memperlihatkan bentang alam dataran, bergelombang, perbukitan – pegunungan. Bentuk bentang alam gunung api termanifestasi sebagai gumuk, khuluk, dan bregada. Bentuk bentang alam khas sebagai petunjuk lokasi sumber erupsi berupa bentuk yang menyerupai bulan sabit melingkupi batuan intrusi, kubah lava, dan leher gunung api. Untuk mengidentifikasi gunung api purba di Pegunungan Selatan Yogyakarta didasarkan prinsip geologi, dan tempat keluarnya magma ke permukaan bumi adalah gunung api. Sering batuan intrusi telah mengalami alterasi hidrotermal, sedangkan batuan yang melingkupi tersusun perselingan lava dan breksi piroklastika. Litologi batuan gunung api berkomposisi basal–riolit, sedangkan afinitas magmanya termasuk seri kapur alkali berasosiasi dengan subduksi busur kepulauan. Genesis bentang alam berkaitan dengan erupsi gunung api yang kemunculannya dikendalikan oleh struktur geologi. Perkembangan tubuh gunung api daerah ini diawali dengan volkanisme bawah muka air laut kemudian berkembang hingga muncul di permukaan air laut menjadi pulau laut. Berdasarkan analisis terpadu bentang alam dengan litologi dapat diidentifikasi lokasi–lokasi sumber erupsi gunung api purba. Lokasi–lokasi tersebut tercakup dalam kawasan gunung api purba Parangtritis–Sudimoro, Sumberkulon – Dengkeng, Baturagung, Karangdowo – Tawang Sari, Gajahmungkur, Manyaran – Panggung, dan Batur.

Kata kunci: gunung api purba, bentang alam gumuk, khuluk, bregada, kawasan gunung api, sumber erupsi.

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai banyak gunung api berumur Kuartar atau berumur kurang dari 2 juta tahun yang lalu. Umumnya produk volkanisme masa kini berkomposisi andesit dan dikenal sebagai Formasi Andesit Muda (van Bemmelen, 1949). Sebaliknya, kelompok batuan serupa yang berumur Tersier dinamakan Formasi Andesit Tua. Gunung api tersebut tersebar di seluruh kepulauan Indonesia, mulai dari Sabang di ujung barat laut sampai dengan Irian Jaya di bagian timur. Gunung api yang sudah mati digolongkan sebagai gunung api purba karena kegiatannya berlangsung antara 10.000 tahun sampai dengan puluhan juta tahun yang lalu. Pegunungan Selatan Jawa umumnya disusun oleh produk gunung api yang dikenal sebagai *Old Andesite Formation* (OAF). Formasi batuan gunung api tersebut terdiri atas perselingan antara fraksi halus (tuf), fraksi kasar (lapili, breksi), dan lava, bahkan kadang dijumpai batuan beku berupa *sill* dan retas. Beberapa peneliti (misal: Sopaheluwakan, 1977; Soeroto, 1986; Bronto, *et al.*, 1994; Yuwono, 1997; Hartono, 2000; Hartono, *et al.*, 2000; Hartono, *et al.*, 2008; Hartono dan Bronto, 2009, dan Hartono, 2010) menyebutkan tentang adanya kegiatan gunung api bawah laut berumur Tersier yang lokasinya terletak di Pulau Jawa bagian selatan.

Perkembangan bentang alam gunung api umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berasal dari dalam bumi dan luar bumi. Bentang alam gunung api masa kini masih dikuasai oleh proses yang berasal dari dalam bumi, sedangkan bentuk bentang alam gunung api masa lampau sangat dipengaruhi oleh proses-proses setelah volkanisme yang terjadi di permukaan bumi, misalnya pelapukan dan erosi. Energi dari dalam bumi yang berhubungan dengan pembentukan bentang alam gunung api bukan semata-mata diterjemahkan sebagai pengangkatan massa batuan melainkan adanya peran dari magma. Artinya dalam hal pembangunan gunung api magma dengan kandungan rendah silika berbeda dengan magma yang kaya silika. Magma rendah silika membentuk gunung api tameng dan kerucut sinder, sedangkan kaya silika membentuk gunung api komposit/strato dan kaldera.

Makalah ini mencoba mengungkap fenomena bentang alam gunung api dan batuan penyusunnya yang mengindikasikan keberadaan sisa tubuh gunung api purba di daerah Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya (Gambar

1). Di sisi lain, keberadaan bentang alam gunung api tersebut terletak berjarak berarah baratdaya – timurlaut dan barat-timur yang kemungkinan berkaitan dengan tataan struktur geologi khususnya tektonik rejim ekstensi yang bekerja pada saat itu. Adanya deduksi bahwa kelimpahan batuan gunung api di Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya dihasilkan oleh beberapa pusat erupsi gunung api purba, dan tidak semua batuan tersebut diendapkan pada lingkungan laut. Oleh sebab itu menjadikan perlunya kajian sumber erupsi, stratigrafi gunung api, dan lingkungan pengendapan. Lebih jauh lagi penelitian ini perlu dan penting karena berkontribusi pada perubahan pola pikir dan pembelajaran geologi gunung api. Selain itu, karena berhubungan dengan mineral-mineral sekunder yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Pemilihan daerah penelitian di Pegunungan Selatan Yogyakarta karena daerah tersebut banyak dijumpai batuan gunung api primer maupun sekunder, batuan tersebut belum banyak diteliti dalam kaitannya dengan topik bahasan, belum banyak dikenal masyarakat luas sebagai bekas gunung api masa lampau.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Pendekatan terhadap masalah adalah dengan menggunakan metode penelitian geologi gunung api. Pengamatan dan pemerian bentang alam, dan litologi dilakukan di lapangan maupun di laboratorium. Penelitian ini mengacu pada prinsip geologi “*the present is the key to the past*” dan prinsip bahwa batuan gunung api dipandang sebagai batuan beku dengan ciri tekstur gelas, porfiritik hingga fanerik halus, serta berstruktur vesikuler sampai masif.

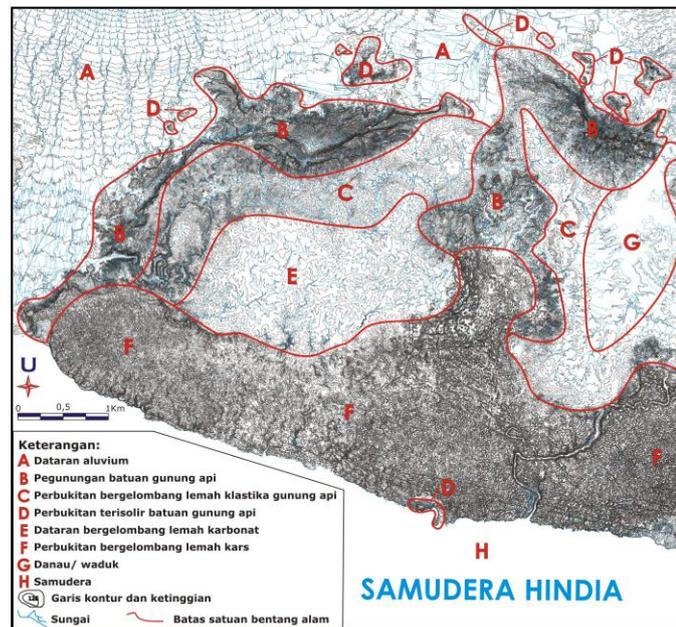
Studi bentang alam dipakai sebagai indikator awal pemisahan satuan-satuan *volcanic terrain* dengan mempertimbangkan: kondisi morfologi (pola kontur) menunjukkan kesamaan resistensi batuan. Pola kontur yang terisolasi menunjukkan suatu tubuh yang lebih resisten dibanding daerah sekelilingnya (*intrusi/volcanic neck*), sedang pola kontur yang menyebar ke suatu arah menunjukkan satuan batuan dan arah akumulasi bahan gunung api.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bentang alam

Analisis bentang alam daerah Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya didasarkan pada pengamatan langsung di lapangan maupun studi citra SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mapping*) dengan resolusi ± 30 meter, dan peta topografi skala 1:25.000. Analisis bentang alam yang didasarkan pada pengamatan data geologi di lapangan meliputi data kelerengan, beda tinggi, bentuk relief, besar bukit, dan pengamatan proses geologi yang terjadi baik masa lampau maupun sekarang menghasilkan delapan satuan bentang alam (Gambar 2 dan 3) yaitu: Satuan bentang alam dataran aluvium (A) dicirikan oleh bentuk bentang alam dataran, kelerengan kurang dari 1° , ketinggian di atas muka laut mencapai 90 m. Bentang alam dataran aluvium ini disusun oleh endapan (Qa) aluvium yang dihasilkan dari G. Merapi (+ 2914m dpl.) di sebelah barat laut dan dari G. Lawu (+ 3265m dpl.) di sebelah timurlaut. Satuan bentang alam pegunungan batuan gunung api (B) umumnya dicirikan oleh bentuk bentang alamnya yang tinggi, kelerengan terjal dari 25° hingga 80° , ketinggian lebih dari 600 m di atas permukaan laut (dpl.) dan umumnya berbentuk memanjang, beberapa bagian bentang alam ini melengkung

membentuk mirip tapal kaki kuda (*horseshoes-shape*) dan berelief kasar. Bentang alam yang berbentuk melengkung setengah lingkaran ini melingkupi batuan beku intrusi di bagian dalamnya. Di dalam batuan beku intrusi tersebut sering dijumpai alterasi hidrotermal. Bentang alam pegunungan ini umumnya disusun oleh litologi batuan gunung api yaitu breksi andesit basal piroklastika, breksi andesit basal otoklastika, dan breksi pumis. Satuan bentang alam perbukitan bergelombang lemah klastika gunung api (C) dicirikan oleh perbukitan bergelombang lemah dengan ketinggian kurang dari 400 m dpl. kelerengan antara 15° – 30° , umumnya berbentuk memanjang. Bentang alam ini dikontrol oleh litologi gunung api berupa material berukuran abu hingga bongkah, breksi pumis tuf, lapili tuf dan tuf. Satuan bentang alam terisolir batuan gunung api (D) dicirikan oleh bukit – bukit yang terpisah dari bentang alam utama dan umumnya dipisahkan atau dikelilingi oleh bentang alam dataran. Bentang alam ini berbentuk kubah atau kerucut dengan ketinggian antara 150 m – 250 m, kelerengan sedang antara 10° – 25° dan berelief landai kecuali G. Tenong yang mempunyai kelerengan cukup terjal. Bentang alam ini dikontrol oleh batuan beku, breksi otoklastika dan breksi piroklastik berupa batuan intrusi dan lava. Satuan bentang alam dataran bergelombang lemah karbonat (E) dicirikan oleh relief yang bergelombang lemah – sedang, kelerengan landai antara 10° – 20° dan ketinggian bentang alam ini kurang dari 200 m dpl. Bentang alam ini dikenal dengan dataran Wonosari atau beberapa tempat memperlihatkan perlapisan datar atau plato Wonosari (?). Satuan ini disusun oleh batuan sedimen karbonat berlapis dan batugamping masif. Di sisi lain memperlihatkan Satuan bentang alam perbukitan bergelombang lemah kars (F) yang dicirikan oleh bentuk morfologi kerucut simetris yang membentang dengan arah barat – timur. Kelerengan satuan ini berkisar antara 15° – 45° dan beda tinggi antara 50 – 175 m dpl. Satuan tersebut disusun hampir semuanya oleh batugamping masif atau batugamping non klastik, beberapa tempat dijumpai batugamping berlapis. Kenampakan bentang alam berbeda ditunjukkan oleh satuan bentang alam yang disusun oleh air yaitu Satuan bentang alam danau/waduk (G) dan Satuan bentang alam samudera (H).

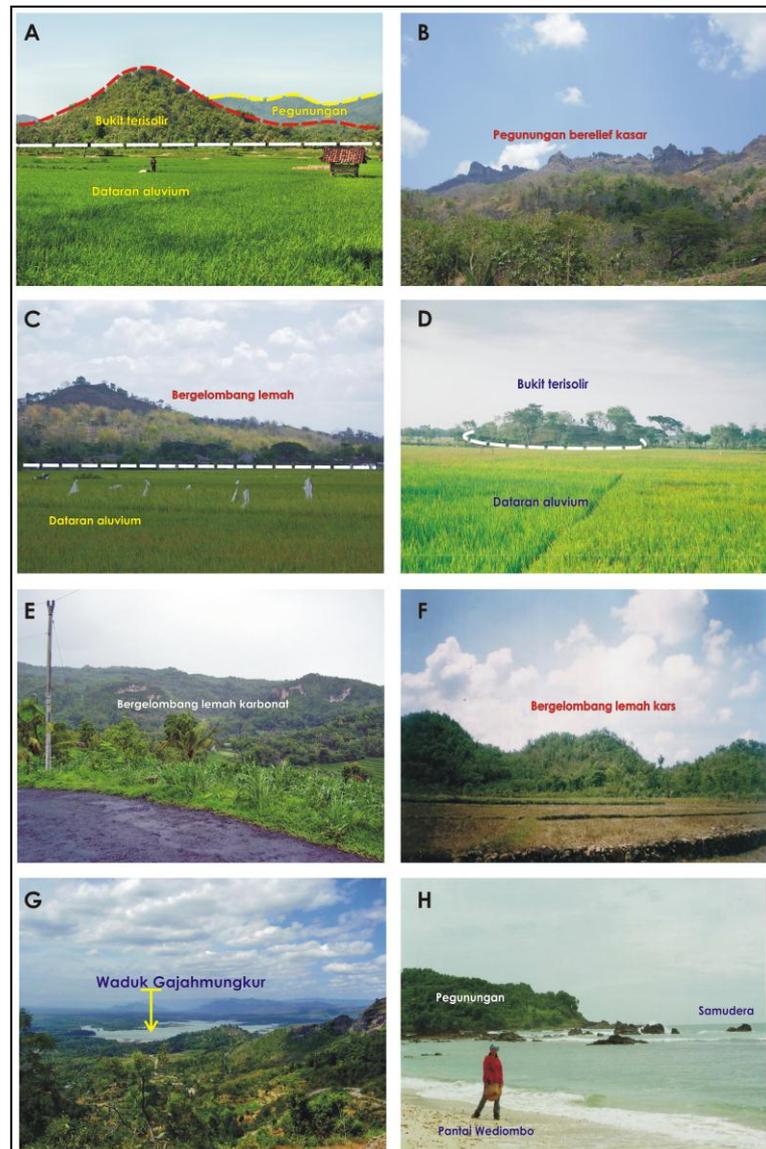


Gambar 2. Kenampakan bentang alam Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya.

Di daerah penelitian terdapat beberapa sungai utama/ selanjutnya disebut DAS (daerah aliran sungai) yaitu DAS Bengawan Solo, DAS Oyo, DAS Dengkeng, DAS Opak dan DAS Ngalang. DAS Bengawan Solo mengalir di bagian timur dan utara daerah penelitian, DAS Oyo mengalir di sebelah selatan, DAS Dengkeng mengalir di bagian utara, DAS Opak mengalir timurlaut – baratdaya di bagian barat dan DAS Ngalang mengalir utara – selatan di bagian tengah daerah penelitian. Secara umum daerah aliran sungai tersebut dibangun oleh anak sungai – anak sungai yang membentuk sistem/ pola aliran paralel, pola aliran dendritik dan pola aliran multi-basinal. Daerah aliran sungai yang terdapat di utara dan barat umumnya mengalir di atas aluvium/ endapan lepas G. Merapi dan G. Lawu, daerah aliran sungai di selatan mengalir di atas batuan karbonat/ batugamping, sedangkan daerah aliran sungai di bagian tengah umumnya mengalir di atas batuan gunung api.

Berdasarkan analisis terpadu terhadap bentang alam, dan litologi maka daerah penelitian dapat dikenali ciri-ciri keberadaan sisa tubuh gunung api purba yang meliputi tujuh kawasan utama (Gambar 4). Kawasan yang menunjukkan bekas gunung api purba tersebut (Tabel 1) meliputi dari barat ke timur adalah (1) Kawasan G. Parangtritis – Sudimoro; (2) Kawasan Sumberkulon – Dengkeng; (3) Kawasan G.

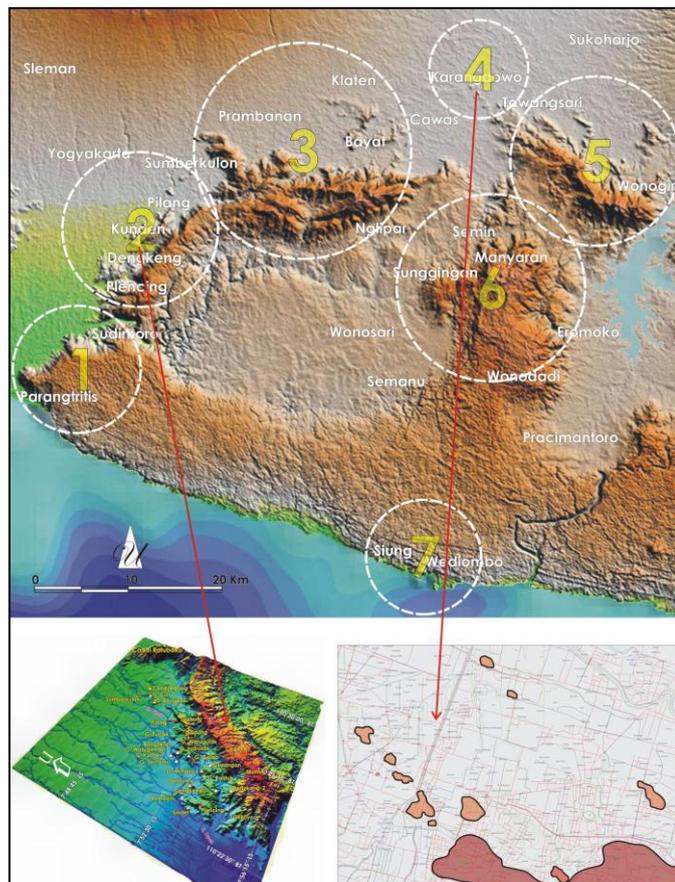
Baturagung – Bayat; (4) Kawasan Karangdowo – Tawang Sari; (5) Kawasan G. Gajahmungkur – Wonogiri; (6) Kawasan Manyaran – G. Panggung; (7) Kawasan G. Batur – Wediombo.



Gambar 3. Berbagai kenampakan bentang alam di daerah penelitian. a. Morfologi terisolir intrusi; b. Morfologi pegunungan gunung api; c. Morfologi perbukitan gunung api; d. Morfologi dataran aluvium; e. Morfologi perbukitan karbonat; f. Morfologi morfologi kars; g. Morfologi danau, dan Morfologi samudera.

Di pihak lain Bronto *et al.* (2008a) menyatakan bahwa batuan gunung api yang tersingkap di Desa Wonolelo, Bantul terletak di bawah Formasi Semilir, namun pada peta geologi terbit disebut sebagai Formasi Nglanggeran (Rahardjo, et al., 1977;

Surono, et al., 1992). Oleh sebab itu Formasi Wonolelo yang disusun oleh lava dan breksi andesit diusulkan menjadi satuan litostratigrafi resmi (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996) sebagai Formasi Wonolelo. Di sisi lain breksi pumis yang tersingkap di Desa Sindet diusulkan sebagai Formasi Sindet (Bronto *et al.* 2008b). Hal ini dikarenakan secara stratigrafi terletak di bawah Formasi Wonolelo. Formasi ini disusun oleh material gunung api berupa breksi ko-ignimbrit dan breksi andesit.



Gambar 4. Lokasi yang memperlihatkan ciri-ciri sisa tubuh gunung api purba di Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya.

Tabel 1. Daftar hasil analisis terpadu keberadaan gunung api purba.

Nama Gunung Api Purba	Lokasi	Indikasi Bentang Alam dan Litologi
I. Kawasan Parangtritis – Sudimoro		
1. G. Parangtritis	Di utara pantai Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, 7° 59' 30" – 8° 1' 30" LS - 110° 19' – 20' 45" BT.	Tinggian tersusun oleh perlapisan aliran lava dan breksi piroklastika yang diterobos retas, kesemuanya berkomposisi andesit

2. G. Sudimoro – Imogiri	G. Sudimoro, Kecamatan Imogiri dan Dlingo, Kabupaten Bantul, 7° 55' – 59' LS - 110° 19' – 20' 45" BT.	Cekungan, tersusun oleh batuan ubahan, pada dinding dan puncak G. Sudimoro terdiri dari perlapisan aliran lava dan breksi piroklastika berkomposisi andesit
3. G. Plencing	Dusun Plencing, Desa Imogiri, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul	Intrusi andesit basal, breksi ko-ignimbrit
II. Kawasan Sumberkulon – Dengkeng		
1. G. Watuadeg Sumberkulon	Kali Opak, Dusun Sumberkidul, Desa Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, 7° 48' 29,6" LS – 110° 27' 34,0 BT	Aliran lava basal piroksen berstruktur bantal, struktur aliran berarah U70°T di bagian utara sampai dengan U150°T di bagian selatan K. Opak; 200 m di sebelah baratnya terdapat bukit kecil juga tersusun oleh basal piroksen, umur $56,3 \pm 3,8$ Ma
2. G. Pilang	Dusun Pilang, Desa Srimulyo, Piyungan, Kabupaten Bantul, 7°50'31,3"LS – 110° 26'49,5"BT	Breksi piroklastika, batulapili skoria, tuf dan klastika lava basal – andesit basal.
3. G. Banyak	Dusun Banyak, Desa Srimulyo, Kabupaten Bantul	Lava dan breksi piroklastika basal – andesit basal
4. G. Watugender - Gelap	Desa Bawuran, Pleret, Kabupaten Bantul	Lava dan breksi piroklastika basal – andesit basal
5. G. Kunden	Desa Jambidan, Pleret, Kabupaten Bantul	Lava dan breksi piroklastika basal – andesit basal. Di dasar sungai menampakkan struktur bantal
6. G. Sentono	Desa Pleret, Pleret, Kabupaten Bantul	Lava dan breksi piroklastika basal – andesit basal.
7. G. Guyangan	Dusun Guyangan, Desa Wonolelo, Pleret, Kabupaten Bantul	Lava, breksi dan tuf andesit basal
8. G. Dengkeng lor	Dusun Dengkeng, Desa Wukirsari, Imogiri, Kabupaten Bantul	Lava, breksi dan tuf, basal - andesit basal
9. G. Dengkeng kidul	Dusun Dengkeng, Desa Wukirsari, Imogiri, Kabupaten Bantul	Lava dan breksi piroklastika basal
10. G. Wonolelo – Pleret	Desa Wonolelo, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, 7° 52' 58,0" LS – 110° 25' 58,4" BT.	Tinggian tersusun oleh perlapisan lava dan breksi andesit, sisipan konglomerat dan tuf
III. Kawasan G. Baturagung – Bayat		
1. G. Candisari	Dusun Candisari, Desa Wukirharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, 7° 49' 5,1" LS –	Perlapisan aliran lava dan breksi piroklastika berkomposisi andesit, juga dijumpai mega blok andesit, silisifikasi, argilitisasi (?) dan piritisasi

	110° 31' 5,8 BT	
2. G. Tegalrejo	Air terjun Kali Cermo, Desa Tegalrejo, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, 7° 48' 45" LS – 110° 38' 30" BT.	Perlapisan aliran lava, tuf abu-abu hitam halus, retas dan sill berkomporsi basal piroksen
3. G. Sepikul	G. Sepikul, Desa Talun, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, 7° 47' 40" LS – 110° 39' BT.	Dua bukit tersusun oleh batupasir gunung api yang ditumpangi aliran lava berstruktur bantal, mengandung barit
4. G. Jiwo Timur	G. Pendul, Perbukitan Jiwo Timur, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, 7° 45' 30" - 46' LS - 110° 40' – 40' 15" BT.	Intrusi dan aliran lava mikro gabro – basal piroksen. Aliran lava basal berstruktur bantal juga dijumpai di Dusun Kalinampu dan Desa Nampurejo
5. G. Jiwo Barat	Perbukitan Jiwo Barat – Rowo Jombor, G. Kebo & Desa Gedangan, Kecamatan Bayat, 7° 45' – 46' LS - 110° 37' – 38' 15" BT.	Intrusi diorit di Desa Gedangan, mikro gabro di G. Kebo dan sekitarnya, cekungan bawah permukaan di sebelah barat Rowo Jombor.
IV. Kawasan Karangdowo – Tawang Sari		
1. G. Mojo	Desa Ringinputih, Karangdowo, Kabupaten Klaten	Bukit memanjang, kubah terisolir, lava andesit dan breksi otoklastika, breksi piroklastika, sisipan tuf
2. G. Beluk	Desa Soka, Karangdowo, Kabupaten Klaten	Bukit memanjang, kubah terisolir, lava andesit dan breksi otoklastika, breksi piroklastika, sisipan tuf
3. G. Tumpukan	Desa Tumpukan, Karangdowo, Kabupaten Klaten, 7° 44' 34,9" LS dan 110° 45' 13" BT	Bukit oval, kubah terisolir, lava andesit dan breksi otoklastika, breksi piroklastika. Beberapa bagian lava membentuk struktur bantal
4. G. Pencit	Desa Kedungjambal, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	Bukit membulat, gumuk, lava otoklastika, breksi piroklastik, tuf. Lava andesit ada yang memperlihatkan struktur bantal
5. G. Prengkel	Desa Tawang, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk membulat seperti kubah, lava otoklastika dan breksi piroklastik dan breksi tuf
6. G. Pegat	Desa Grajegan, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk membulat seperti kubah sedikit memanjang, lava otoklastika dan breksi piroklastik dan breksi tuf
7. G. Puntuk	Desa Lorog, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk gumuk, membulat, lava basal berstruktur bantal
8. G. Majesto	Desa Majesto, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk memanjang, bukit terisolir, lava andesit, breksi otoklastika
9.	Desa Tangkisan,	Bentuk agak memanjang, lava andesit, breksi

G. Setren	Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo	otoklastika, breksi tuf
10. G. Cendini	Desa Lengking, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk memanjang, bentuk kubah, lava andesit, breksi otoklastika, breksi andesit
11. G. Gunungan	Desa Malangan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk memanjang, oval, lava dan breksi andesit, tuf
12. G. Sudo	Desa Malangan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo	Bentuk bukit, kubah, sedikit oval, lava dan breksi andesit, breksi otoklastika, tuf
13. G. Taruwongso	Desa Watubonang, Kecamatan Tawang Sari dan Kabupaten Sukoharjo	Tinggian berbentuk kerucut simetri, tersusun oleh lava, breksi piroklastik, sisipan tuf karbonat dan di beberapa bagian dijumpai lava dengan struktur bantal.
V. Kawasan G. Gajahmungkur – Wonogiri		
1. G. Gajah- mungkur Muda	Desa Gentan Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo, 7°47'34,1'' LS dan 110°52'30,1'' BT	Kenampakan cekungan tapal kuda berisi intrusi dan mineralisasi, dikelilingi tinggian G. Gajahmungkur yang di bagian bawah tersusun oleh breksi gunung api, lava andesit dan sisipan tuf Formasi Mandalika, sedang di bagian atas dominan breksi dan batulapili pumis Formasi Semilir
2. G. Gajah- mungkur Tua	Desa Jendi, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, 7°46'37,2'' LS dan 110°52'22,8'' BT	Kenampakan melingkar dari citra satelit, tersusun oleh lava dan breksi gunung api
3. G. Jomboran	Desa Nambangan, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri	Bukit kecil, agak membulat, gumuk, tersusun oleh breksi otoklastik dan lava andesit, sebagian memperlihatkan struktur bantal
VI. Kawasan Manyaran – G. Panggung		
1. G. Manyaran	Desa Ngreco, Kecamatan Manyaran, Kabupaten Wonogiri, 7° 50' – 54'LS – 110°45' - 48' 30'' BT.	Tinggian di baratdaya G. Gajahdangak Muda, fasies proksi lereng timur cukup jelas, di tengah ada sumbat lava (?) berstruktur kekar tiang
2. G. Panggung	Desa Sunggingan, Kecamatan Semin dan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, 7° 56' 16,6'' LS – 110°42'50'' BT.	Tinggian membundar, di bagian puncak relatif datar, tersusun oleh tuf lapili pumis, Formasi Semilir
3. G. Wuryantoro	Desa Jatiharjo, Kecamatan Wuryantoro, Kabupaten Wonogiri, 7° 54' 30'' – 57' 30'' LS - 110° 47' – 50''BT.	Morfologi cekungan melingkar membuka ke timur, diisi oleh batuan epiklastika (konglomerat, batupasir, batulanau, dan batugamping Formasi Wonosari)
4. G. Wonodadi	Desa Wonodadi, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, 7°	Morfologi kerucut dengan pola aliran memancar, bagian tengah cekung, diisi batugamping Formasi Wonosari. Pada lereng

	58° 30" – 8° 2' 50" LS - 110° 47' -50' BT.	timur dekat Waduk Song Putri berdasar data bor dan singkapan terdapat batuan beku
VII. Kawasan G. Batur – Wediombo		
1. G. Wediombo	Pantai Wediombo, Desa Jepitu, Kecamatan Rongkop, Kabupaten Gunungkidul, 8° 10' 30" - 12' LS – 110°40' 40" – 43' BT.	Morfologi teluk (<i>circular depression</i>), di dalamnya terdapat batuan ubahan hidrotermal, intrusi andesit G. Batur, perlapisan aliran lava dan breksi andesit Formasi Wuni
2. G. Siung	Pantai Siung, Desa Tepus, Kecamatan Tepus, Kabupaten Gunungkidul	Morfologi teluk kecil, melengkung setengah lingkaran, lava andesit, breksi otoklastika, breksi andesit dan tuf Formasi Wuni

Petrologi

Batuan gunung api penyusun utama daerah penelitian berupa, batuan intrusi, lava, breksi piroklastik, breksi otoklastika, tuf lapili dan pumis. Batuan gunung api tersebut berkomposisi mulai dari basal hingga dasit, dan riolit (Gambar 5). Secara mikroskopis batuan gunung api yang ada memperlihatkan tekstur vitrofirik, porfiroafanit hipokristalin dan holokristalin. Perajahan unsur oksida utama batuan menunjukkan kisaran komposisi andesit basal – riolit ($\text{SiO}_2 = 57,12 \text{ \%berat} - 75.87 \text{ \%berat}$), sedangkan magmanya berafinitas alkali-kapur rendah – tinggi ($\text{K}_2\text{O} = 0,3 - 4,19 \text{ \%berat}$), dan kandungan TiO_2 relatif rendah yaitu $0,11 - 0,82 \text{ \%berat}$. Kandungan K_2O dan TiO_2 ini juga ditunjukkan secara petrografis yaitu kehadiran mineral opaq atau mineral bijih dalam jumlah kecil ($< 3\%$). Kandungan Al_2O_3 yang cukup tinggi juga tercermin pada kehadiran mineral plagioklas antara $10\% - 15\%$. Berdasarkan diagram AFM, hal senada juga diperlihatkan bahwa magma yang membentuk batuan gunung api di atas adalah berafinitas alkali-kapur (Gambar 6). Bentuk atau struktur batuan gunung api ini merepresentasikan magmatisme-vulkanisme di daerah penelitian.

Pembahasan didasarkan pada hasil analisis komprehensif seperti tersebut di muka, sebagian besar data sangat mendukung adanya sisa tubuh gunung api purba atau kegiatan vulkanisme secara *in situ* di Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya. Data bentang alam dan litologi penyusun merupakan bukti yang sangat kuat dalam kaitannya dengan topik bahasan yang berujung pada identifikasi lokasi sumber erupsi atau melokalisir sebaran batuan gunung api. Bentang alam bekas gunung api purba berupa kubah, kerucut dan kenampakan struktur melingkar di

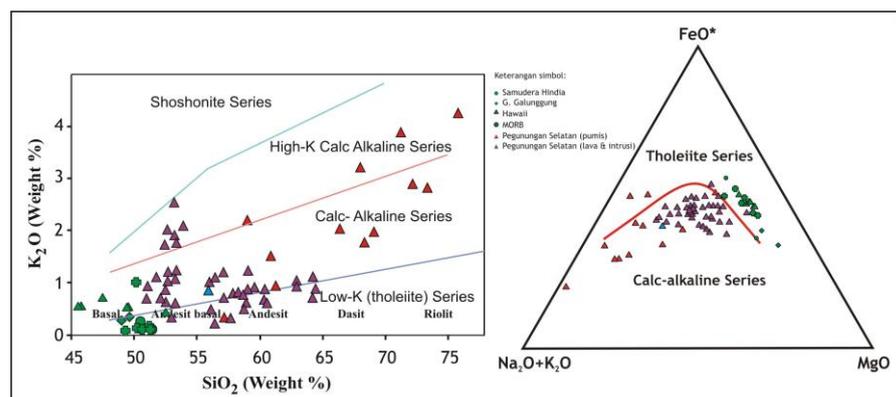
bagian puncak, yang di dalamnya berbentuk cekungan dan atau terdapat bukit sumbat lava atau dengan kata lain batuan intrusi dilingkupi atau dikelilingi bentang alam berbentuk bulan sabit/ berbentuk tapal kaki kuda tersebut. Sehingga pada umumnya tampak ada bagian dari bentang alam setengah melingkar tersebut terbuka ke suatu arah. Struktur bukaan tersebut diperkirakan akibat letusan kuat atau longsoran berskala sektoral dan atau akibat erosi/ pelapukan eksogenik. Bentang alam kawasan gunung api purba Baturagung – Bayat dan Gajahmungkur, Wonogiri membuka ke arah utara merupakan contoh pernyataan yang terakhir tersebut, sedangkan bentang alam skala kecil tampak pada kawasan gunung api purba Batur – Wediombo dan Parangtritis – Sudimoro.



Gambar 5. Kenampakan bentuk-bentuk batuan gunung api sebagai cerminan keberadaan sisa-sisa tubuh gunung api purba di Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya. Keterangan lokasi foto A. Tegalrejo, Bayat; B. Sumberkulon, Sleman; C. Ngreco, Bantul; D. Kukusan, Wonogiri; E. Parangjoho, Wonogiri; F. Semilir, Gunungkidul.

Secara konsep kegunungapian bahwa litologi penyusun di fasies pusat gunung api adalah batuan beku intrusi, yang berbentuk sumbat lava/ leher gunung api, retas dan atau *sill*, serta indikasi alterasi hidrotermal dan mineralisasi logam sulfida. Pada

fasies proksimal gunung api litologi penyusun yang sangat khas untuk gunung api strato/ komposit adalah perlapisan antara breksi piroklastik dan aliran lava, serta sisipan tuf yang mempunyai komposisi relatif sama. Di sisi lain khususnya pada gunung api yang meletus berskala besar ($VIE > 5$) atau setara dengan pembentukan kaldera, teridentifikasi dengan melimpahnya pumis dalam bentuk breksi pumis, batulapili dan tuf dengan pelamparan sangat luas serta secara vertikal sangat tebal. Hal ini dapat teramati pada hasil analisis perajahan batuan yang menunjukkan komposisi sangat asam (dasit-riolit), artinya magma mengandung gas dalam jumlah berlebih sehingga dapat membongkar penutup kawah dengan tenaga letusan yang sangat dahsyat. Bronto, *et al.* (2009) menyebutkan bahwa fasies pusat sampai proksi gunung api tipe kaldera letusan ini dicirikan oleh penampakan cekungan dan di sekitarnya banyak terdapat breksi aneka bahan (*co-ignimbrite breccias*) yang bercampur dengan pumis dalam berbagai ukuran. Untuk hal ini sebagai contoh dapat disebutkan adalah Waduk Parangjoho dan Song Putri yang diperkirakan sebagai salah satu sumber erupsi batuan pembentuk Formasi Semilir. Pernyataan tersebut juga dibuktikan oleh penulis di tempat lain yaitu di dusun Bendokerep bagian timurlaut daerah penelitian.



Gambar 6. Perajahan batuan gunung api Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya yang dibandingkan dengan petrologi batuan gunung api lokasi lain hasil peneliti terdahulu dalam diagram Peccerillo-Taylor (1976) dan (Irvine & Baragar, 1971).

Berdasarkan hasil analisis graviti (Marzuki, *et al.*, 1991) dan Haryono, *et al.* (1995) menunjukkan adanya anomali positif yang ditengarai sebagai batuan beku.

Hasil analisis tersebut sangat kuat mendukung keberadaan sisa tubuh gunung api di daerah penelitian. Daerah yang mempunyai anomali positif tersebut meliputi kawasan gunung api purba Batur – Wediombo, Gajahmungkur – Wonogiri, Baturagung – Klaten. Adanya sinkronisasi data permukaan dan bawah permukaan menunjukkan kepastian bahwa daerah penelitian dibangun oleh gunung api atau bentang alam yang tampak sekarang ini merupakan bentang alam bentukan proses magmatisme – volkanisme bukan produk tektonik seperti yang dipercayai hingga saat ini. Hal ini penting dan perlu ditekankan bahwa kegiatan tektonik hanya sebagai fasilitator pembentuk rekahan atau jalan pada batuan sehingga magma dapat bergerak naik hingga mencapai permukaan bumi membentuk gunung api. Sementara itu bagian selatan daerah penelitian dibangun oleh material non gunung api yaitu sisa organisme laut yang membentuk batugamping. Kelimpahan batuan sedimen karbonat di bagian selatan ini menunjukkan bahwa organisme laut dapat hidup berkembang setelah volkanisme di daerah tersebut berhenti atau mati dan kemungkinan tubuh gunung api bagian bawah hingga bagian tengah terendam di dalam air laut sehingga ada kemungkinan fasies medial hingga fasies distalnya tertutup oleh material ini.

Berdasarkan analisis bentang alam yang ditumpangtindihkan (*overlay system*) dengan data litologi menunjukkan adanya perkembangan tubuh gunung api selama dia hidup. Perkembangan tersebut mencerminkan tipe/macam/jenis gunung api yang terbentuk. Hal ini juga berkaitan langsung dengan tipe erupsi dan komposisi magmanya. Data di lapangan menunjukkan adanya beberapa variasi litologi dan bentuk bentang alamnya. Variasi litologi menunjukkan apakah gunung apinya tipe monogenesis atau telah berkembang menjadi tipe gunung api komposit. Gunung api monogenesis hanya disusun oleh lava atau batuan intrusi saja, sedangkan tipe komposit disusun oleh perselingan antara lava dengan breksi gunung api dan tuf. Bilamana dikaitkan dengan tipe erupsinya, gunung api tipe monogenesis merupakan produk erupsi lelehan ($VIE < 3$) sebagai contoh kawasan gunung api Sumberkulon – Dengkeng dan kawasan gunung api Karangdowo – Tawang Sari, sedangkan gunung api komposit merupakan produk baik erupsi lelehan maupun erupsi letusan ($VIE 1-5$) sebagai contohnya kawasan gunung api Parangtritis – Sudimoro, Baturagung – Klaten dan Gajahmungkur – Wonogiri. Selain itu terdapat gunung api tipe kaldera seperti yang telah disebutkan di depan.

Mengacu Sandi Stratigrafi Indonesia (Martodjojo & Djuhaeni, 1996) gunung api tipe monogenesis umumnya membentuk bentang alam gumuk, relief halus, kelerengan landai dan ketinggiannya rendah (< 200 dpl.), sedangkan tipe komposit membentuk khuluk, relief kasar, kelerengan terjal dan umumnya tinggi (> 500 dpl.). Di samping hal tersebut bentang alam gumuk di daerah penelitian disusun oleh lava basal – andesit basal yang memperlihatkan struktur bantal. Struktur bantal ini hanya dapat berkembang di dalam lingkungan air (laut, sungai dan danau) seperti dijumpai di kawasan Sumberkulon – Dengkeng, Karangdowo – Tawang Sari. Berdasarkan hal ini maka volkanisme di daerah penelitian kemungkinan diawali oleh lava berkomposisi basal yang kemungculannya dikendalikan oleh struktur sesar berarah baratdaya – timurlaut (sesar Opak) dan sesar berarah tenggara – barat laut (sesar Wonogiri). Awal perkembangannya kemungkinan seluruh tubuh gunung api berada di bawah permukaan air laut, kemudian berkembang menjadi besar dan tinggi hingga muncul ke permukaan air laut menjadi pulau gunung api.

Pentarikan umur absolut yang dilakukan oleh Soeria-Atmadja *et al.* (1994), Hartono, (2000), Ngkoimani, (2005) dan Setijadji dan Watanabe (2009) memperlihatkan adanya kemenerusan volkanisme dan bahkan saling tumpang tindih (Tabel 2). Artinya volkanisme awal yang telah terbentuk kemudian diterobos oleh volkanisme berikutnya pada lokasi yang berdekatan atau bahkan dilokasi yang sama.

Tabel 2. Pentarikan umur absolut batuan gunung api yang mewakili kawasan gunung api menurut peneliti terdahulu.

No.	Nama Kawasan Gunung Api	Umur Absolut (juta tahun)	Nama Peneliti
1.	Parangtritis – Sudimoro	26,4 ± 0,0 26,5 ± 0,0	Soeria-Atmadja <i>et al.</i> (1994)
2.	Sumberkulon – Dengkeng	57,3 ± 3,8 (Watuadeg)	Ngkoimani, (2005)
3.	Baturagung – Klaten	24,2 ± 0,6 – 32,2 ± 0,9 58,5 ± 3,2 (Kali Ngalang)	Soeria-Atmadja <i>et al.</i> (1994) Hartono, (2000)
4.	Gajahmungkur – Wonogiri	9,6 ± 0,3 16 ± 1,0 – 17 ± 1,1 21,7 ± 1,9	Akmaluddin <i>et al.</i> (2005) Surono, (2008) Imai <i>et al.</i> (2007)
5.	Batur Wediombo	13,22 ± 0,62	Setijadji & Watanabe (2009)

Periode erupsi gunung api purba yang terekam pada batuan gunung api di atas memperlihatkan masa hidup masing – masing kawasan gunung api maupun gunung api secara individual. Pada umumnya periode awal dikuasai oleh magma berkomposisi basal dan berdiferensiasi menjadi magma yang lebih asam. Hal ini dapat dipelajari berdasarkan produk batumannya. Oleh sebab itu di daerah penelitian diperkirakan telah terjadi beberapa kali periode erupsi membangun (*constructions period*) yang diwakili oleh pembentukan Formasi Kebo-Butak, Formasi Mandalika dan Formasi Nglanggeran, sedangkan periode erupsi merusak (*destructions period*) diwakili oleh pembentukan Formasi Semilir. Selanjutnya berkembang sedimentasi yang menghasilkan batuan klastika sebagai produk pengerjaan ulang batuan gunung api sebelumnya. Hal yang terakhir diwakili oleh Formasi Sambipitu dan Formasi Oyo bagian bawah.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Bentang alam daerah selatan Yogyakarta dan sekitarnya (daerah penelitian) tergabung dalam Zona Penungan Selatan disusun oleh batuan gunung api lava koheren dan batuan piroklastik. Batuan gunung api tersebut membentuk bentang alam kubah, kerucut, gawir landai – terjal melengkung setengah lingkaran dan disusun oleh batuan gunung api berkomposisi basal – riolit berafinitas magma kapur alkali yang berasosiasi dengan subduksi pada busur kepulauan.
- Daerah penelitian dibangun oleh tujuh kawasan gunung api purba yang tersebar merata meliputi (1) Kawasan gunung api purba Parangtritis – Sudimoro; (2) Kawasan gunung api purba Sumberkulon – Dengkeng; (3) Kawasan gunung api purba Baturagung – Bayat; (4) Kawasan gunung api purba Karangdowo – Tawang Sari; (5) Kawasan gunung api purba Gajahmungkur – Wonogiri; (6) Kawasan gunung api purba Manyaran – Panggung; (7) Kawasan gunung api purba Batur – Wediombo.

2. Saran

Penentuan pusat erupsi gunung api purba yang didasarkan pada data permukaan dan pemetaan rinci terhadap sebaran tubuh gumuk gunung api perlu dilakukan uji kemenerusan terhadap data bawah permukaan dengan metode gravitasi atau metode yang lain. Karena hal ini berkaitan dengan pemetaan struktur bawah permukaan bumi dan lebih jauh lagi dalam kontribusinya terhadap perkembangan pemahaman stratigrafi gunung api Pegunungan Selatan, serta pencarian lokasi sumber energi yang baru berdasarkan pemahaman vulkanologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Kopertis Wilayah V DIY yang telah mendanai penelitian dan menerima makalah ini hingga diterbitkan dalam jurnal ilmiah. Kepada Dr. Sutikno Bronto atas arahan dan diskusinya yang sangat menarik, serta kepada saudara Azhar, ST. atas kerjasamanya yang baik selama kegiatan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmaluddin, Setijadji, D.L., Watanabe, K., dan Itaya, T. 2005. New Interpretation on Magmatic Belts Evolution During the Neogene – Quaternary Periods as Revealed from Newly Collected K-Ar Ages from Central-East Java, Indonesia, *Prosiding JCS, HAGI XXX-IAGI XXXIV-PERHAPI XIV*, Surabaya.
- Bronto, S., Hartono, G., Astuti, B.S. dan Mulyaningsih S., 2008a, Formasi Wonolelo: Usulan Nama Satuan Litostratigrafi Baru Untuk Batuan Gunung Api Tersier di Daerah Bantul, Yogyakarta, Seminar Nasional Ilmu Kebumihan “Tantangan dan Strategi Pendidikan Geologi dalam Pembangunan Nasional” *Jur. Tek. Geologi FT UGM*, D4.1 – D4.23.
- Bronto, S., Hartono, G., Astuti, B.S. dan Mulyaningsih S., 2008b, Formasi Sindet dan Formasi Wonolelo: Usulan Satuan Litostratigrafi Baru di Pegunungan Selatan, Bantul-Yogyakarta, Seminar Nasional Ke 3, Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (RETII), *STTNAS*.
- Bronto, S., Misdiyanta, P., Hartono, G. dan Sayudi, S., 1994, Penyelidikan Awal Lava Bantal Watuadeg, Bayat dan Karangsembung, Jawa Tengah, Kumpulan Makalah Seminar: Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa, Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kuartar, *Jur. Tek. Geologi*, F. Teknik, UGM, Yogyakarta, h. 123-130.
- Bronto, S., Mulyaningsih, S., Hartono, G. dan Astuti, B., 2009, Waduk Parangjoho dan Songputri: Alternatif sumber erupsi Formasi Semilir di daerah Eromoko, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4, No. 2, hal. 77-92.

- Hartono, G., 2000, *Studi Gunung api Tersier: Sebaran Pusat erupsi dan Petrologi di Pegunungan Selatan Yogyakarta*. Tesis S2, ITB, 168 p, tidak diterbitkan.
- Hartono, G., 2010, *Peran Paleovolkanisme Dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier Di Daerah Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah*. Tesis S3, UNPAD, 338h., tidak diterbitkan.
- Hartono, G., dan Bronto, S. 2009, Lapangan Gunung Api Tersier Daerah Berbah Sleman – Imogiri Bantul, Yogyakarta, Dalam Setijadji, L.D., Wilopo, W., dan Hendratno, A., *Prosiding International Conference on Earth Science & Technology*, UGM, Yogyakarta, hal. 113-120.
- Hartono, G., S. Bronto & S. Yuwono, 2000, Tertiary Volcanism in the Southern Mountains of Yogyakarta-Central Java, Indonesia, abstr., *IAVCEI General Assembly, Exploring Volcanoes: Utilization of Their Resources and Mitigation of Their Hazards*, July, 18-22, 2000, Bali-Indonesia, 255.
- Hartono, G., Sudradjat, A., dan Syafri, I. 2008. Gumuk Gunung Api Purba Bawah Laut di Tawang Sari-Jomboran, Sukoharjo-Wonogiri, Jawa Tengah, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 3 No. 1, *Badan Geologi*, Bandung, hal. 37-48.
- Haryono, S., Otong, R., dan Oyon, S., 1995, Peta Anomali Bouguer Lembar Surakarta-Giritontro, skala 1:100.000, *Puslitbang Geologi*, Bandung.
- Imai, A., Shinomiya, J., Soe, M.T., Setidjadi, L.D., Watanabe, K., dan Warmada, I. W. 2007. Porphyry-Type Mineralization at Selogiri Area, Wonogiri Regency, Central Java, Indonesia, *Resource Geology*, Vol. 57, No. 2, hal. 230-240.
- Irvine, T.N dan Baragar, W.R.A. 1971, A Guide to The Chemical Clasification of The Common Volcanic Rocks, *Can. J. Earth Sci.*, 8, hal 523-548.
- Martodjojo, S., & Djuhaeni, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Jakarta, 25 p.
- Marzuki, S. dan Otong, R., 1991, *Peta Anomali Bouguer Lembar Yogyakarta*, Skala 1:100.000, Direktorat P3G, Bandung.
- Ngkoimani, L. 2005. *Magnetisasi Pada Batuan Andesit di Pulau Jawa serta Implikasinya Terhadap Paleomagnetisme dan Evolusi Tektonik*, Disertasi Doktor, Fakultas Pasca Sarjana, ITB, Indonesia, 110 hal., tidak diterbitkan.
- Peccerillo, A. & Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, northern Turkey, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, p.63-81.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D., 1977, Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, skala 1:100.000, *Puslitbang Geologi*, Bandung.
- Setijadji, L.D. dan Watanabe, K. 2009. Updated Age Data of Volcanic Centers in the Southern Mountains of Central-East Java Island, Indonesia. Dalam Setijadji, L.D., Wilopo, W., dan Hendratno, A., (Ed.), *Prosiding International Conference Earth Science and Technology*, UGM, Yogyakarta, hal. 1-7.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R. C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. & Priadi, B., 1994, The Tertiary Magmatic Belts in Java, *Journal of SE-Asian Earth Sci.*, vol.9, no.1/2, p.13-27.
- Soeroto, R.B., 1986, Identifikasi Fosil Gunung Api Strato Bawah Muka Laut, *Wimaya*, No.1,2 dan 3, UPN"Veteran" Yogyakarta.
- Sopaheluwakan, J., 1977, Ringkasan Peristiwa-Peristiwa Tektonik Pada Batuan Andesit Tua di Selatan Jawa, *Majalah Ilmiah Riset*, Lembaga Geologi & Pertambangan Nasional, Vol. 1, No. 1, h. 34-41.

- Surono, Sudarno, I dan Toha, B., 1992, Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa, skala 1:100.000, *Puslitbang Geologi*, Bandung.
- Surono. 2008. Sedimentasi Formasi Semilir di Desa Sendang, Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah, Jurnal Sumber Daya Geologi, *Pusat Survei Geologi*, Badan Geologi, Bandung, Vol. XVIII, No. 1, hal. 29-41.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, Vol IA, Government Printing Office, 732 h.
- Yuwono, Y.S., 1997, The Occurrence of Submarine Arc-Volcanism in the Accretionary Complex of The Luk Ulo Area, Central Java, Buletin Geologi, Vol. 27, No. 1/3, ITB, Bandung, h.15-25.