

# Identifikasi Awal Keberadaan Gunung Api Purba Gemawang, Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Okky Sugarbo<sup>1</sup>, Hill. G. Hartono<sup>2</sup>, dan Bernadeta Subandini Astuti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Geologi STTNAS, Yogyakarta

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Geologi STTNAS, Yogyakarta

Email: [okky\\_sugarbo@yahoo.co.id](mailto:okky_sugarbo@yahoo.co.id)

## Abstrak

Daerah Gemawang, Ngadirojo, Wonogiri terletak di sebelah timur Kota Wonogiri. Secara fisiografi termasuk bagian dari Pegunungan Selatan. Daerah Gemawang hampir seluruhnya tersusun oleh batuan gunung api yang berumur Kuartar maupun Tersier. Khususnya batuan yang berumur Tersier disusun oleh lava dan breksi piroklastika yang berkompposisi andesit – dasit, sedangkan batuan yang berumur Kuartar merupakan produk G. Lawu. Se jauh ini batuan gunung api yang berumur Tersier tersebut belum diketahui pusat erupsi gunung api yang menghasilkannya. Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengidentifikasi daerah Gemawang sebagai bekas gunung api purba, dan menggunakan metode penelitian geologi gunung api. Berdasarkan studi terpadu yang menekankan pada pemahaman konsep geologi gunung api terhadap berbagai aspek geologi yang mencakup geomorfologi gunung api, stratigrafi gunung api, struktur geologi gunung api, dan fasies gunung api, maka di daerah Gemawang dan sekitarnya dapat diidentifikasi keberadaan gunung api purba. Gunung api purba daerah ini dibangun oleh perselingan lava dengan breksi piroklastika berkompposisi andesit – dasit yang membentuk geomorfologi melingkar dan pola pengaliran radier, struktur geologi menyebar mengikuti bentuk gawir melingkarnya atau melandai menjauhi daerah pusat. Pemahaman ini mengindikasikan bahwa gunung api purba Gemawang berasosiasi dengan lingkungan darat, mengalami fase konstruktif dan destruktif, dan membentuk bekas geomorfologi gunung api seperti saat ini.

Kata Kunci: *Wonogiri, Gemawang, gunung api purba, fase gunung api*

## Abstract

*Gemawang area, Ngadirijo, Wonogiri there in the east part of Wonogiri Regency. Physiographyly this area include part of the Southern Mountains. In this area wholly composed of Quartery or Tertiary volcanic rocks. Especially Tertiary rocks consist of lava and pyroclastic breccia that composed of andesitic-dacite, whereas Quartery volcanic rocks is Mount Lawu product. Nevertheless source of central eruption from this Tertiary volcanic rocks is still unknown. Purpose of this paper for identifying Gemawang area as ancient volcano trace, and use the geology of volcano method. Based on an integrated study emphasize on gology of volcanic that consist geomorphology of volcanic, volcanostratigraphy, structural of volcanic, and volcanic facies, so in Gemawang and around of this area can be identificated there ancient volcano. Ancient volcano in this area build up by lava and pyroclastic breccia composed by andesit-dasit that formed circular geomorphology and radial drainage pattern, structure of geology spread following circular depression features or decrease of slope keep away from central area. This comperhension indicate that ancient volcano of Gemawang associate with land environment, have two phase volcano that is constructive phase and destructive phase and form geomorphology of volcano trace as the present.*

*Keywords: Wonogiri, Gemawang, ancient volcano, phase volcano*

## 1. Pendahuluan

Secara administratif, daerah kajian termasuk dalam wilayah Desa Gemawang, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri (Gambar 1). Di sebelah utara dibatasi oleh Gunung Lawu, sebelah timur dibatasi oleh Gunung Kukusan, sebelah selatan dibatasi oleh Sungai Tirtomoyo dan sebelah barat dibatasi oleh Gunung Pegat dan Waduk Gajahmungkur. Secara astronomis terletak pada koordinat 7° 51' 30" LS - 7° 56' 30" LS dan 110° 59' 30" BT - 111° 3' 00" BT.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

Gunung api purba atau fosil gunung api (*paleovolcanoes*) adalah gunung api yang pernah aktif pada masa lampau, tetapi sekarang ini sudah mati dan sudah terkikis sangat lanjut sehingga fitur atau penampakan fisis tubuhnya sudah tidak sejelas gunung api aktif masa kini, bahkan sisa tubuhnya sudah ditutupi oleh batuan yang lebih muda. Gunung api purba ini pada umumnya berumur Tersier atau yang lebih tua (Bronto, 2010). Informasi keberadaan gunung api purba ini sangat penting untuk memahami kondisi geologi suatu daerah maupun perkembangan magmatisme dan volkanisme guna memahami tatanan produk batuan gunung api yang menyusun kondisi geologi pada suatu daerah penelitian.

Indikasi awal terlihat pada morfologi daerah Gemawang yang menunjukkan adanya sisa atau bekas adanya gunung api purba, oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengetahuinya lebih lanjut. Selain itu, daerah ini hampir seluruhnya tersusun oleh batuan gunung api yang diwakili oleh Formasi Mandalika, Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran.

Sejauh ini, penelitian mengenai stratigrafi batuan gunung api berumur Tersier yang menyusun Zona Pegunungan Selatan telah dilakukan oleh banyak peneliti yang mengarah pada pemenuhan standar Sandi Stratigrafi Indonesia (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996), namun kelimpahan mengenai batuan gunung api kurang didukung oleh adanya kejelasan bentuk bentang alam dan lokasi pusat erupsi gunung apinya sebagai sumber asal batuan, sehingga pemahaman komprehensif terhadap tubuh gunung api masih belum dapat dicapai.

Maksud dari makalah ini adalah mengkaji berbagai aspek geologi gunung api permukaan, sedangkan tujuannya adalah untuk mengidentifikasi daerah Gemawang sebagai bekas gunung api purba. Metode pendekatan yang diterapkan untuk menjawab permasalahan yang muncul adalah melakukan penelitian geologi permukaan yang berbasis pada pemahaman gunung api.

## 2. Tataan Geologi

Berdasarkan pembagian fisiografi oleh van Bemmelen (1949), daerah kajian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan, Pulau Jawa. Zona ini merupakan satuan fisiografi terluas yang secara dominan tersusun oleh batuan gunung api dan batuan karbonat. Di pihak lain, Hartono (2000) membagi bentang alam Zona Pegunungan Selatan bagian barat dari daerah Parangtritis sampai Wonogiri menjadi lima bentang alam sisa tubuh

gunung api, kelima bentang alam sisa tubuh gunung api tersebut adalah Gunung Api Parangtritis, Gunung Api Sudimoro-Imogiri, Gunung Api Baturagung, Gunung Api Gajahmungkur dan Gunung Api Wediombo.

Dalam penelitiannya, Surono (2009) menyimpulkan bahwa stratigrafi Pegunungan Selatan dibagi menjadi tiga periode yaitu periode pravolkanisme, periode volkanisme, dan periode pasca volkanisme. Periode pravolkanisme membangun batuan malihan yang kemudian ditindih tak selaras oleh kelompok Jiwo. Periode volkanisme membentuk kelompok Kebo Butak yang secara beruntun ditindih selaras oleh Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran. Formasi Semilir disusun oleh tuf, breksi batuapung dasitan, batupasir tufan dan serpih. Formasi Nglanggran tersusun atas breksi gunung api, aglomerat dan lava andesit, sedangkan pada periode pasca volkanisme membangun batuan karbonat yang dikenal sebagai Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, Formasi Punung dan Formasi Kepek.

Hartono (2000) melakukan penelitian geologi gunung api di Pegunungan Selatan dari Parangtritis sampai Wonogiri. Didasarkan pada penafsiran citra landsat, analisis petrologi, dan menerapkan prinsip stratigrafi gunung api, berhasil mengidentifikasi adanya lima bekas pusat erupsi gunung api purba meliputi Khuluk Parangtritis, Khuluk Sudimoro-Imogiri, Khuluk Wediombo, Bregada Baturagung dan Bregada Gajahmungkur, Wonogiri. Pernyataan tersebut dipertegas oleh hasil penelitian Haryono dkk., (1995) yang menyebutkan adanya anomali positif atau anomali menaik terakumulasi di daerah tinggian G. Gajahmungkur (Wonogiri), Perbukitan Jiwo (Bayat, Klaten) dan di daerah Karanganyar yang terletak di antara kedua tinggian tersebut serta di daerah G. Batur pantai Wediombo, Gunungkidul (Hartono dan Bronto, 2007).

Stratigrafi daerah kajian mengacu pada stratigrafi regional Surakarta-Giritontro (Surono dkk., 1992) dan Ponorogo (Sampurno dan Samodra, 1997). Daerah kajian disusun oleh tiga formasi dan dua endapan dari tua ke muda yaitu Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Nglanggran, Endapan Lahar Lawu dan Endapan Aluvium. Dalam penjelasannya batuan – batuan penyusunnya diendapkan dalam lingkungan laut dangkal – laut dalam, dan sebagian kecil diendapkan dalam lingkungan darat.

Struktur geologi di daerah kajian, secara umum berpola seperti yang dikembangkan oleh

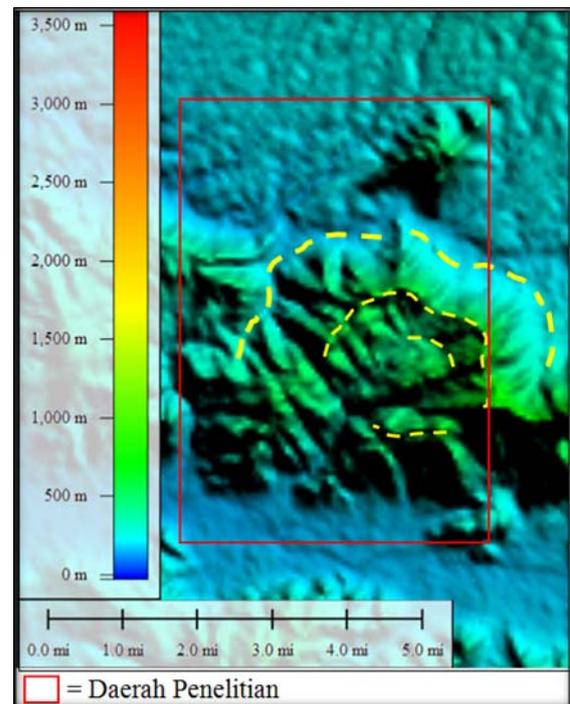
Pulunggono dan Martodjojo, (1994) yaitu pola Meratus, pola Sunda, dan pola Jawa. Terdapat beberapa kelurusan-kelurusan berarah timurlaut-baratdaya, kelurusan tersebut diyakini berupa struktur yang lebih tua yang mengikuti pola struktur Meratus. Selain itu, terdapat kelurusan yang berarah baratlaut-tenggara yang diyakini bagian dari pola struktur Jawa. Namun, secara khusus kajian struktur geologi mengacu pada struktur – struktur lokal yang dibangun oleh kegiatan gunung api, seperti struktur geomorfologi melingkar, struktur perlapisan batuan yang berbentuk memancar dan melandai menjauhi pusat, pola aliran radier yang mengelilingi daerah pusat, dan struktur internal aliran lava dan intrusi.

### 3. Hasil Penelitian

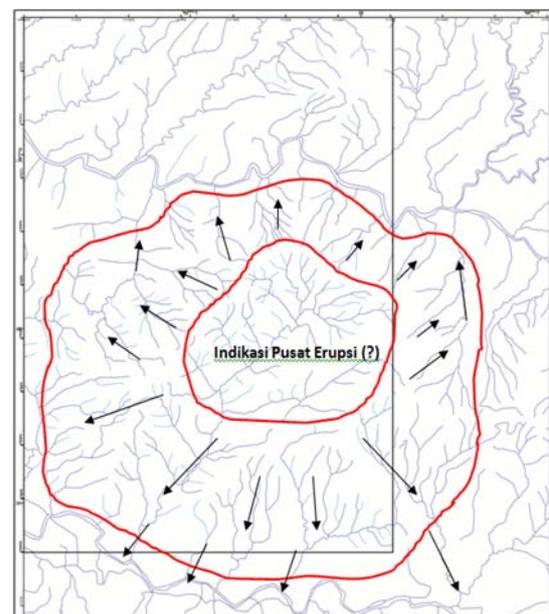
#### 3.1. Geomorfologi Gunung Api

Pada daerah Gemawang, indikasi adanya gunung api purba ditunjukkan oleh daerah berelief paling kasar dibanding daerah sekitarnya yaitu membentuk sebaran lateral yang relatif melingkar (Gambar 2). Bentang alam berelief kasar pada daerah ini melandai ke arah luar dan membentuk gawir terjal ke arah dalam melengkung membuka ke arah baratdaya. Hal tersebut juga terlihat pada perkembangan pola pengaliran yang mengikuti arah bukaanya. Dari citra SRTM terlihat pola lereng kasar terdapat pada lereng atas bekas gunung api karena tersusun oleh batuan dengan resistensi yang beragam yakni breksi gunung api dan lava. Morfologi tersebut membentuk cekungan relatif melingkar (*circular depression features*) yang tidak begitu sempurna.

Sementara itu, pada lereng bawah dan kaki bekas gunung api, menunjukkan relief yang semakin halus bahkan sudah tertutupi oleh endapan yang lebih muda yakni endapan Kuartar (breksi lahar). Pada daerah yang mengindikasikan keberadaan gunung api purba dikarenakan sudah mengalami erosi maka pola pengaliran berkembang menjadi dendritik semi melingkar (Gambar 3). Pengaruh faktor litologi terhadap bentang alam terutama ditentukan oleh ketahanan batuan (resistensi) dalam merespon proses eksogenik yang berlangsung. Hal ini tampak pada litologi penyusun utama daerah penelitian yang relatif resisten dan mempunyai kecenderungan untuk memperlihatkan morfologi sisa erosi yang relatif kasar dan menonjol. Pada morfologi yang mengindikasikan bekas gunung api, mempunyai kelerengan rata-rata 30,93 % dan beda tinggi rata-rata 82,98 meter dengan ketinggian mencapai 750 mdpl.



Gambar 2. Analisis citra SRTM yang menunjukkan pola relatif melingkar.



Gambar 3. Kenampakan pola dendritik semi melingkar pada daerah kajian (ditunjukkan oleh garis melingkar warna merah, tanda panah menunjukkan arah aliran air pada pola pengaliran).

### 3.2. Stratigrafi Gunung Api

Daerah kajian merupakan kawasan yang dominan tersusun oleh endapan gunung api yang termasuk dalam Formasi Mandalika, Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran. Berdasarkan penamaan batuan gunung api, daerah Gemawang disusun oleh breksi andesit piroklastika, lava dasit koheren, breksi pumis piroklastika, tuf jatuhan piroklastika, breksi ignimbrit piroklastika breksi andesit piroksin piroklastika, aglomerat dan breksi andesit piroksin autoklastika. Kehadiran lava dasit di sini mengindikasikan adanya pusat erupsi yang menghasilkan lava tersebut dan tidak jauh dari tempat dimana lava tersebut berasal (pusat erupsi). Satuan lava dasit koheren (Gambar 4) dan Satuan breksi andesit piroklastika termasuk dalam Formasi Mandalika, dan tuf jatuhan piroklastika (Gambar 5), breksi pumis piroklastika dan breksi ignimbrit piroklastika merupakan bagian dari Formasi Semilir.

Satuan breksi andesit piroksin piroklastika dibagi menjadi dua yaitu breksi andesit piroksin piroklastika jatuhan dan breksi andesit piroksin piroklastika aliran. Breksi andesit piroksin piroklastika jatuhan menunjukkan ukuran butir bergradasi normal ke arah atas yang sebagai penciri produk jatuhan, sedangkan breksi andesit piroksin piroklastika aliran menunjukkan tekstur ukuran butir yang tidak teratur, sortasi buruk dan kemas terbuka.



Gambar 4. Kenampakan singkapan lava dasit pada daerah penelitian membentuk struktur kekar kolom.



Gambar 5. Singkapan tuf jatuhan piroklastika pada daerah penelitian.

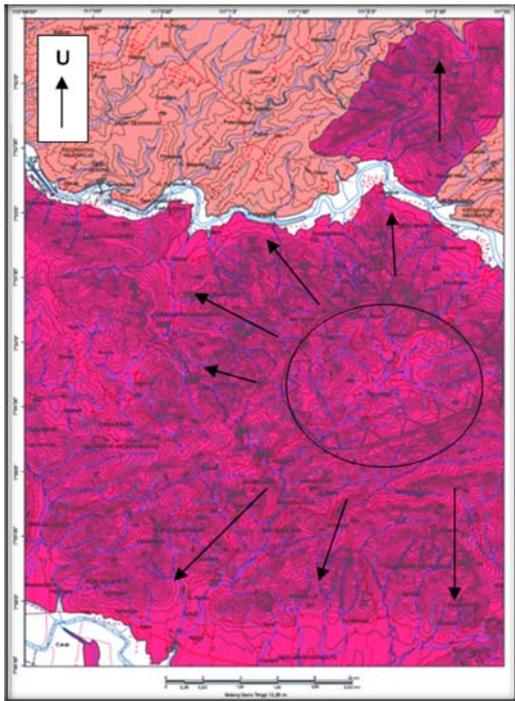
Aglomerat pada daerah penelitian dijumpai secara setempat-setempat dan kebanyakan ditemukan pada daerah yang diperkirakan sebagai pusat erupsi purba. Breksi andesit piroksin autoklastika secara umum pada daerah penelitian berstruktur aliran lava yang terbreksikan (*autobreccia*) dan penyebarannya juga hanya setempat-setempat. Satuan breksi andesit piroksin piroklastika, aglomerat dan satuan breksi andesit piroksin autoklastika (Gambar 6) merupakan bagian dari Formasi Nglanggran.

### 3.3. Struktur Geologi Gunung Api

Struktur geologi pada daerah penelitian tidak hanya terbentuk karena tektonik saja namun dapat juga terbentuk oleh vulkanisme. Pada daerah penelitian dengan memperhatikan jurus dan kemiringan batuan, nampak membentuk pola kemiringan semakin terjal ke arah puncak dan semakin melandai ke arah luar, relatif membentuk pola melingkar. Hal tersebut menunjukkan jenis pola bentukan gunung api. Pada daerah penelitian batuan gunung api di daerah kajian menunjukkan kemiringan batuan melandai dan relatif memencar (Gambar 7) menjauhi dari suatu cekungan ditengahnya, mengindikasikan sebagai pusat erupsi (?).



Gambar 6. Kenampakan singkapan breksi andesit autoklastika (aliran lava). Lensa menghadap ke arah baratlaut (TL = timurlaut, BD = baratdaya).

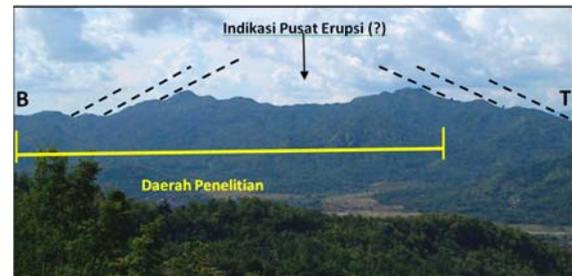


Gambar 7. Kenampakan kemiringan relatif melingkar dan relatif semakin melandai ke arah luar (tanda panah menunjukkan arah relatif kemiringan batuan).

Pada daerah penelitian, kemiringan litologi mengindikasikan selaras dengan kemiringan lereng gunung api yang dari gunung api masa kini dapat kita lihat menunjukkan melandai ke arah lereng bawah dan kaki kerucut gunung api. Pada lereng atas daerah penelitian, kemiringan mencapai  $34^\circ$ , kemudian secara berangsur melandai hingga kurang dari  $15^\circ$  ke arah kaki. Kemiringan tersebut kemungkinan tidak disebabkan oleh tektonika, melainkan terbentuk akibat pengendapan batuan itu sendiri yang mengikuti kemiringan awal gunung api (*original dips/initial dips*) dan semakin menipis dari fasies dekat menuju fasies tengah ataupun fasies jauh.

Dari pandangan burung nampak pada daerah penelitian menunjukkan pasangan lereng simetris yang berarah barat-timur (Gambar 8). Berdasarkan analisa data struktur geologi terhadap citra SRTM, peneliti mendapatkan hasil beberapa kelurusan dimana arahnya berpotongan yakni kelurusan berarah timurlaut-baratdaya terpotong pola yang lebih dominan yakni berarah baratlaut-tenggara. Pola struktur berarah timurlaut-baratdaya tersebut diyakini berupa struktur yang lebih tua yang merupakan (bagian) dari pola Meratus. Keberadaan gunung api pada daerah penelitian kemungkinan berkaitan dengan struktur geologi yang membangun Pulau Jawa, yang mana pada Magma

di bawah permukaan bumi keluar melalui zona lemah yang diakibatkan struktur tersebut. Setelah pola tersebut terbentuk, terpotong oleh pola struktur baru (lebih muda) berarah baratlaut-tenggara yang diyakini bagian dari pola Jawa.



Gambar 8. Kenampakan morfologi lereng atau punggung yang saling berpasangan arah barat-timur (Foto diambil dari pegunungan di sebelah selatan daerah penelitian).

Pada satuan lava dasit koheren, yang ditemukan di sebelah utara dari daerah yang mengindikasikan pusat erupsi (?), selain menunjukkan kekar kolom juga nampak mempunyai struktur vesikuler pada permukaan lava yang membentuk elips, dengan arah relatif utara-selatan.

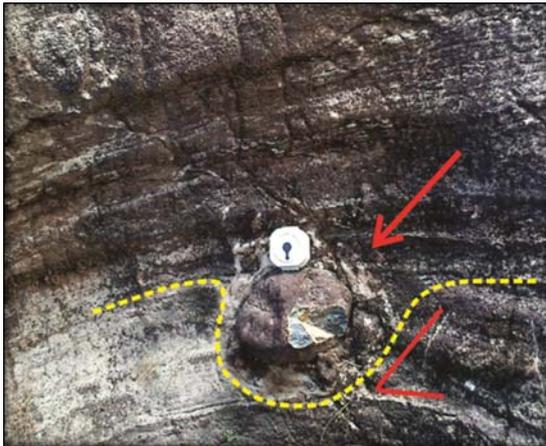
Struktur tersebut menunjukkan arah aliran lava yang bergerak dari pusat erupsi mengalir menjauhi pusat erupsi. Hal tersebut menunjukkan bahwa aliran lava mengalir antara ke arah utara atau selatan dari pusat erupsinya atau darimana lava tersebut berasal. Dari data tersebut dapat ditelusuri daerah mana yang mengindikasikan sebagai daerah sentral atau pusat erupsi.

### 3.4. Sedimentologi Gunung Api

Dalam analisis sedimentologi gunung api, pada daerah penelitian ditekankan pada tekstur dan struktur batuan klastika gunung api. Pada daerah penelitian dijumpai adanya struktur *bom sag* (Gambar 9). Struktur tersebut merupakan bom gunung api yang dilontarkan dari kawah gunung api dan jatuh miring menimpa endapan lunak di bawahnya sehingga melesak ke bawah, maka sudut kemiringan dari melesak ke bawahnya itu menggambarkan arah datangnya bom atau arah asal sumber erupsi gunung api setempat. Foto tersebut menunjukkan arah jatuhnya relatif berasal dari utara.

Pada daerah penelitian banyak ditemukan struktur lain yaitu bom gunung api, *jigsaw cracks* dan struktur mozaik yang menyusun litologi aglomerat dan breksi andesit piroksin piroklastika. Dengan dijumpai banyaknya struktur mozaik dan

yang kebanyakan terdapat pada Satuan Breksi Andesit Nglanggran (penamaan litostratigrafi) atau breksi andesit piroksin piroklastika (penamaan vulkanostratigrafi) maupun aglomerat, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa litologi tersebut berupa batuan gunung api yang merupakan produk primer dari gunung api setempat. Litologi tersebut tidak tertransportasi terlalu jauh bahkan *in situ* dan lingkungan terbentuknya adalah darat.



Gambar 9. Kenampakan struktur bom sag pada daerah penelitian.

#### 4. Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan mengacu pada konsep “*the present is the key to the past*” yakni dengan memperhatikan data dan kondisi geologi gunung api pada masa kini yang masih aktif untuk mengidentifikasi kondisi geologi dan keberadaan gunung api masa lampau pada daerah penelitian. Dari aspek geomorfologi dapat kita lihat bahwa pada daerah penelitian cukup jelas menunjukkan adanya morfologi gunung api purba. Bentang alam gunung api yang terbentuk di daerah penelitian merupakan bentang alam sisa gunung api, dimana sebagian besar telah mengalami proses denudasional yang sangat intensif dan menyebabkan batuan dasar tersingkap. Kenampakan tersebut tidak membentuk morfologi kerucut yang bagus seperti gunung api pada masa sekarang. Hal tersebut dikarenakan batuan gunung api yang menyusun daerah penelitian berumur Tersier, maka morfologi tersebut telah mengalami erosi dan membentuk morfologi seperti kerucut terpancung namun masih memperlihatkan morfologi bentuk simetri di bagian sayap barat dan timur.

Morfologi pada daerah penelitian didukung pula oleh pola pengaliran yang terbentuk di daerah penelitian. Pola pengaliran yang dominan terbentuk di daerah penelitian membentuk pola dendritik

semi melingkar, hal tersebut merupakan pola yang identik dengan suatu pola yang terbentuk pada sayap-sayap suatu lereng gunung api yang relatif melingkar. Pola pengaliran tersebut memusat menuju suatu daerah yang mengindikasikan pusat erupsi purba, kemudian pola dendritik pada lereng yang relatif melingkar mengalir memancar secara radial menuju lereng yang lebih rendah dan landai menuju sungai utama yakni Sungai Tirtomoyo disebelah selatan dan Sungai Keduwan yang berada di sebelah utara. Peneliti menginterpretasikan pola dendritik semi melingkar tersebut sangat identik dengan bentukan gunung api dimana aliran air menyebar dari pusat ke segala arah.

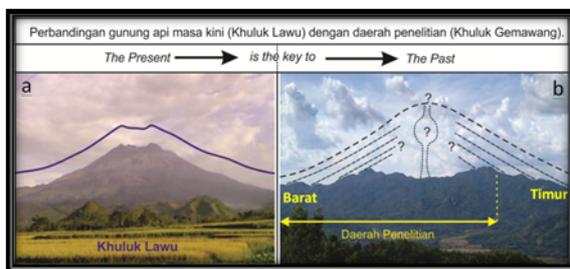
Apabila diamati di citra SRTM akan nampak bahwa daerah penelitian membentuk bentang alam berelief kasar kemudian melandai kearah luar dan membentuk gawir terjal kearah dalam, melengkung membuka ke arah baratdaya. Sementara itu pada lereng bawah menuju kaki bekas gunung api, menunjukkan relief yang semakin halus bahkan sudah tertutupi oleh endapan yang lebih muda yakni endapan Kuartar. Batuan beku luar dan breksi piroklastika yang menyusun morfologi pada daerah kajian mempunyai ketahanan yang tinggi, sehingga kelompok batuan tersebut memperlihatkan topografi sisa erosi yang menonjol dan membentuk morfologi sisa gunung api. Pada kenampakan morfologi nampak berarah barat-timur menunjukkan lereng punggungan berpasangan yang relatif melandai atau lebih rendah menjauhi tengah dari morfologi tersebut, sedangkan gawir yang menghadap ke tengah lebih curam. Bentang alam gunung api pada daerah penelitian dalam proses pembentukannya sangat terpengaruh oleh proses erupsi dan proses eksogenik

Peneliti menyimpulkan kenampakan relief dari kasar ke arah halus tersebut merupakan cerminan litologi penyusun daerah penelitian. Pada daerah yang mengindikasikan bekas erupsi (fasies pusat) maupun sekelilingnya (fasies proksimal) tersusun oleh litologi dengan fraksi yang sangat kasar sampai kasar sementara semakin mengarah keluar (ke arah fasies medial atau distal) fraksi batuan semakin halus. Hal tersebut sesuai dengan pemahaman mengenai konsep gunung api mengenai tekstur batuan klastika gunung api yang mana semakin menjauhi pusat erupsi, ukuran butir akan semakin mengecil dan mengarah dari litologi fraksi kasar ke litologi fraksi halus.

Dari arah kemiringan batuan membentuk pasangan kemiringan litologi yang berarah utara-selatan, pasangan kemiringan litologi tersebut membentuk pola kemiringan semakin terjal kearah puncak dan semakin melandai ke arah luar.

Selanjutnya dilihat dari pandangan burung pada daerah penelitian menampilkan morfologi pasangan punggung atau perbukitan simetri yang saling berhadapan berarah barat-timur. Peneliti merekonstruksi dan mengkombinasikan antara pasangan kemiringan litologi yang berarah utara-selatan dengan morfologi pasangan punggung atau perbukitan simetri yang berarah barat-timur, maka akan terlihat bentukan bentang alam yang membentuk suatu kerucut. Peneliti menginterpretasikan bentukan kerucut tersebut merupakan bentukan gunung api purba dengan pusat kerucut mengindikasikan pusat erupsi purba (?), namun puncak kerucut tersebut telah tererosi akibat proses eksogenik dan membentuk morfologi kerucut terpancung.

Hal tersebut didukung data struktur geologi yang juga mendukung data tersebut, pada daerah penelitian dengan memperhatikan jurus dan kemiringan batuan, nampak membentuk pola kemiringan semakin terjal ke arah puncak dan semakin melandai ke arah luar pada tiap lereng dan relatif membentuk pola melingkar. Peneliti mencoba menggabungkan data geomorfologi gunung api dengan data struktur gunung api maka peneliti merekonstruksi dan menyimpulkan pada daerah penelitian membentuk suatu tubuh gunung api masa lampau (Gambar 10). Kemiringan litologi pada lereng atas daerah penelitian mencapai  $34^\circ$ , kemudian secara berangsur melandai hingga kurang dari  $15^\circ$  ke arah kaki. Peneliti menyimpulkan hal tersebut mengindikasikan selaras dengan suatu kemiringan lereng bentukan gunung api yang dari gunung api masa kini dapat kita lihat menunjukkan melandai ke arah lereng bawah mengikuti kemiringan awal gunung api (*original dips/initial dips*) dan semakin menipis dari fasies dekat menuju fasies tengah ataupun fasies jauh.

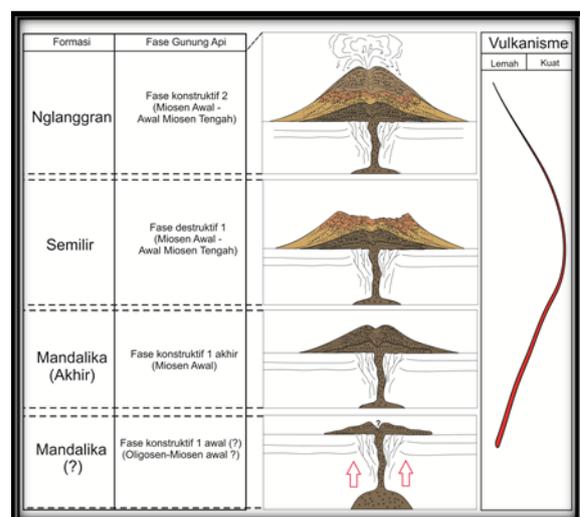


Gambar 10. Perbandingan gunung api masa kini (a) dengan rekonstruksi tubuh gunung api purba pada daerah penelitian (b).

Dilihat dari aspek stratigrafi gunung api dapat kita lihat pada daerah penelitian kelompok batuan Tersier yang menyusun Khuluk Gemawang keseluruhan merupakan produk batuan gunung api

baik itu klastika gunung api maupun lava koheren. Pada daerah penelitian batuan gunung api penyusun gunung api purba merupakan bagian dari Formasi Mandalika, Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran. Jika peneliti cermati berdasarkan aspek litologi dan genesanya, kelompok batuan yang terpilah menjadi dua bagian menunjukkan suatu produk fase konstruktif dan fase destruktif oleh produk gunung api. Fase konstruktif dicirikan oleh litologi penyusun Formasi Mandalika dan Formasi Nglanggran, sedangkan fase destruktif dicirikan oleh Formasi Semilir. Interpretasi diatas didukung data sekunder berdasarkan Hartono dkk. (2000 dalam Hartono, 2011) yang menyatakan bahwa batuan gunung api yang menyusun Pegunungan Selatan paling sedikit dihasilkan oleh lima pusat erupsi purba yaitu Khuluk Parangtritis, Khuluk Sudimoro, Bregada Baturagung, Bregada Gajahmungkur, dan Khuluk Wediombo. Kelima gunung api purba tersebut telah mengalami erosi lanjut. Hartono juga membagi kegiatan vulkanisme Pegunungan Selatan menjadi fase konstruktif (F. Mandalika dan F. Nglanggran) dan fase destruktif (F. Semilir). Pada daerah penelitian bila peneliti cermati menunjukkan tiga fase proses vulkanisme berurutan yang menyusun gunung api purba pada daerah penelitian (Gambar 11).

Litologi yang merupakan bagian dari Formasi Mandalika merupakan penunjuk fase konstruktif pertama dalam pembentukan gunung api purba pada daerah penelitian, litologi yang merupakan bagian dari Formasi Semilir menunjukkan fase destruktif pertama dan litologi bagian dari Formasi Nglanggran merupakan fase konstruktif kedua.



Gambar 11. Gambaran proses pembentukan gunung api pada daerah penelitian ditinjau dari fase pembentukan gunung api.

Fase pertama yakni fase konstruksi 1 awal (?) yang kemungkinan dimulainya magma keluar ke permukaan bumi akibat rekahan sistematis yang diinterpretasikan bagian dari pola Meratus. Fase konstruksi 1 awal (?) yang merupakan awal mula pembentukan gunung api pada daerah penelitian kemungkinan dimulai dari lava maupun batuan gunung api yang berasal dari magma yang lebih basa (*andesitic-basaltic*) dan merupakan bagian dari Formasi Mandalika bagian bawah (?), namun tidak tersingkap pada daerah penelitian. Selanjutnya sampai pada tahap fase konstruktif 1 akhir yang dicirikan oleh breksi andesit piroklastika dan lava dasit koheren yang merupakan bagian dari Formasi Mandalika bagian atas (Miosen Awal). Seiring berkembangnya proses diferensiasi magma, komposisi magma berubah mengarah ke magma yang lebih asam, hal tersebut ditandai dengan kehadiran lava dasit. Kehadiran lava dasit pada daerah penelitian sebagai indikator adanya pusat erupsi penghasil lava tersebut yang relative dekat. Hal tersebut demikian dikarenakan lava dasit cenderung mempunyai viskositas relatif tinggi dan fluiditas relatif rendah sehingga cenderung mengalir tidak terlalu jauh dari pusat erupsi. Aktivitas konstruksi pertama pada pembentukan gunung api ini tidak berlangsung lama, hanya mempunyai umur relatif singkat namun sudah mencapai tahap pembangunan gunung api komposit, sehingga hanya tersebar dengan volume yang kecil.

Seiring berjalannya proses dan waktu, fase yang semula konstruktif tersebut kemudian berubah mengarah menjadi fase destruktif dengan dicirikan hadirnya lava dasit, kemudian dimulainya fase destruktif 1 pada daerah penelitian. Bukti fase destruktif 1 tersebut ditunjukkan dengan adanya keberadaan batuan gunung api yang kaya akan pumis. Kehadiran lava dasit pada daerah penelitian yang dimungkinkan ada dan terdapat pada puncak gunung api berperan sebagai sumbat lava karena sifat viskositas dan fluiditas dari lava tersebut (?), sehingga menutup kawah erupsi dan lama kelamaan akan menghasilkan erupsi gunung api yang bersifat eksplosif menghasilkan batuan gunung api yang kaya akan pumis. Hal tersebut dicirikan oleh adanya satuan breksi pumis piroklastika dan tuf jatuhan piroklastika yang merupakan bagian dari Formasi Semilir. Kehadiran litologi tersebut menandakan bahwa produk ini dihasilkan oleh letusan yang kuat (tipe sub-plinian). Hasil erupsi eksplosif ini membentuk litologi breksi pumis piroklastika dan tuf jatuhan piroklastika yang menutupi satuan breksi andesit dan satuan lava dasit koheren di bawahnya. Pada fase destruktif bagian akhir, letusan semakin dasyat (bertipe

plinian) sehingga terbentuklah satuan breksi ignimbrit piroklastika yang komposisi fragmennya didominasi dari bahan yang sama saat fase konstruktif 1 maupun destruktif 1 yakni dasit, andesit dan pumis. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tiap formasi dan satuan batuan sebelumnya merupakan suatu yang berkesinambungan dalam pembentukan gunung api purba. Kedua kelompok batuan fase destruktif tersebut dikelompokkan merupakan bagian dari Formasi Semilir.

Setelah fase destruktif tersebut berakhir kemudian fase konstruktif kedua dimulai kembali dengan terbentuknya litologi berupa breksi andesit piroksin piroklastika (jatuhan dan aliran), breksi andesit piroksin autoklastika dan aglomerasat yang merupakan bagian dari Formasi Nglanggran. Dari pemahaman tersebut peneliti menyimpulkan dan menginterpretasikan bahwa fase konstruksi kedua tersebut dibangun oleh letusan gunung api yang bersifat strombolian. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya aglomerat, struktur sedimen batuan klastika gunung api dan banyaknya fragmen berupa bom dan blok pada breksi andesit piroksin piroklastika. Kelompok litologi tersebut kemungkinan menutupi litologi atau batuan piroklastika gunung api yang berupa breksi *cognimbrite* yang kemungkinan tersebar dan terkonsentrasi di daerah puncak yang mengindikasikan pusat erupsi.

Dari data struktur geologi gunung api, keberadaan gunung api pada daerah penelitian kemungkinan berkaitan dengan struktur geologi yang membangun Pulau Jawa, yang mana pada Oligosen atau Miosen Awal (fase konstruktif pertama) diawali dengan adanya retakan sistematis pada kulit bumi yang relatif berarah timurlaut-baratdaya atau mengikuti Pola Meratus (Pulunggono dan Martodjojo, 1994). Magma di bawah permukaan bumi keluar melalui zona lemah yang diakibatkan struktur tersebut. Setelah pola tersebut terbentuk, terpotong oleh pola struktur baru (lebih muda) berarah baratlaut-tenggara yang diyakini bagian dari pola Jawa. Berdasarkan hasil analisa dari data yang didapatkan, gunung api purba pada daerah penelitian secara fasies gunung api terdapat Fasies Pusat dan Fasies Proksimal-Medial.

Fasies distal tidak nampak pada daerah penelitian karena kemungkinan tererosi ataupun tertutupi oleh litologi di atasnya. Fasies Pusat atau Fasies Sentral merupakan bagian pusat keluarnya magma dari dalam bumi ke permukaan. Fasies ini dicirikan oleh asosiasi batuan gunung api yang berupa kubah lava dan berbagai macam batuan terobosan semi gunung api (*subvolcanic intrusions*)

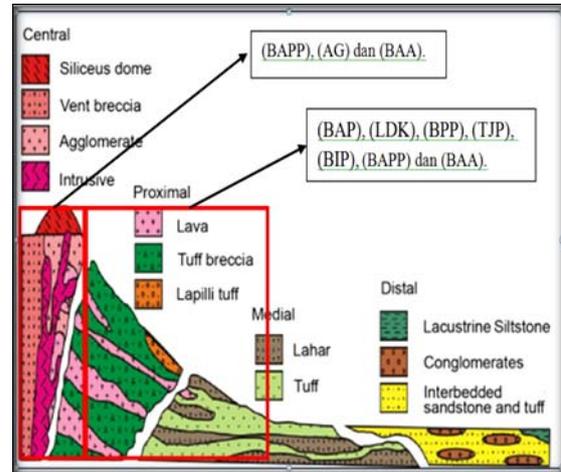
seperti halnya leher gunung api (*volcanic necks*), sill, retas, kubah magma bawah permukaan (*cryptodomes*) dan aglomerat (Bronto 2010). Pada daerah penelitian fasies ini dicirikan oleh breksi andesit piroksin piroklastika, breksi autoklastika (lava auto) dan aglomerat. Kenampakan kubah lava permukaan yang umumnya berada di kawah gunung api pada daerah penelitian kemungkinan sudah tidak nampak karena daerah penelitian berupa gunung api purba yang sudah tererosi tingkat lanjut.

Fasies proksimal merupakan kawasan gunung api yang paling dekat dengan fasies pusat. Pada gunung api berumur Kuartar umumnya Fasies Proksimal mengintari indikasi pusat erupsi (?) atau Fasies Pusat. Pada fasies medial, karena sudah lebih menjauhi lokasi sumber, aliran lava dan aglomerat sudah berkurang, tetapi breksi piroklastika dan tuf sangat dominan, dan breksi lahar juga sudah mulai berkembang. Pada daerah penelitian fasies ini dicirikan oleh breksi andesit piroklastika, lava dasit koheren, breksi pumis piroklastika, tuf jatuhan piroklastika, breksi ignimbrit piroklastika, breksi andesit piroksin piroklastika, dan breksi andesit autoklastika. Dengan adanya fasies pusat dan fasies proksimal-medial dapat disimpulkan bahwa gunung api purba pada daerah penelitian berjenis komposit atau strato.

Untuk lebih jelas mengenai pembagian fasies gunung api, maka peneliti membuat perbandingan fasies gunung api pada daerah penelitian dengan model fasies Bogie dan Mackenzie (1998, dalam Bronto 2006) yang dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 12). Gambar tersebut menunjukkan penciri fasies gunung api masa kini yang penulis gunakan untuk merekonstruksi fasies gunung api purba pada daerah penelitian sehingga tidak semua litologi sebagai penciri fasies pusat maupun fasies proksimal-medial terpenuhi atau ada pada fasies gunung api purba pada daerah penelitian.

Secara keseluruhan litologi yang berupa batuan gunung api tersebut mengintari morfologi semi melingkar pada gunung api purba di daerah penelitian. Secara stratigrafi gunung api atau vulkanostatigrafi, dengan adanya Fasies Pusat sebagai indikasi pusat sumber erupsi dan adanya Fasies Proksimal-Medial pada Daerah Gemawang maka pada daerah penelitian teridentifikasi terdapat bekas gunung api (*ancient volcano*) yang merupakan Khuluk Gunung Api Purba Gemawang. Peneliti menamakan daerah tersebut menjadi khuluk gunung api karena mengacu pada Sandi

Stratigrafi Indonesia yang menyebutkan “Khuluk merupakan kumpulan batuan yang dihasilkan oleh satu atau lebih titik erupsi yang membentuk satu tubuh atau badan dari gunung api. Khuluk Gunung Api tersingkap di permukaan dan dapat berkelanjutan ke bawah permukaan” (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996).



Gambar 12. Fasies gunung api pada daerah kajian menurut Bogie dan Mackenzie (1998, dalam Bronto 2006). Keterangan : breksi andesit piroklastika (BAP), lava dasit koheren (LDK), breksi pumis piroklastika (BPP), tuf jatuhan piroklastika (TJP), breksi ignimbrit piroklastika (BIP), breksi andesit piroksin piroklastika (BAPP), aglomerat (AG) dan breksi andesit piroksin autoklastika (BAA).

## 5. Kesimpulan

Pada daerah penelitian dengan mengidentifikasi keberadaan gunung api purba menggunakan pendekatan aspek geomorfologi gunung api, stratigrafi gunung api, struktur gunung api, sedimentologi gunung api dan aspek lainnya yang mendukung keberadaan adanya bekas gunung api pada daerah penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian teridentifikasi adanya gunung api purba yaitu Khuluk Gemawang.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Tim Seminar Nasional ReTII ke-9 atas kesempatannya. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ketua Jurusan Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta, yang telah mengizinkan para staf pengajar dan mahasiswa untuk melakukan penelitian bersama, selain itu penulis mengucapkan terimakasih untuk saudara Andy Setyawan dan Hendy Aji Saputro atas kerjasamanya selama di lapangan.

**Acuan**

- Bronto, S., Hartono, G. dan Purwanto, D., 1998, *Batuan Longsor Gunungapi Tersier di Pegunungan Selatan : Studi Kasus di Kali Ngalang, Kali Putat dan Jentir, Kabupaten Gunungkidul*, Yogyakarta, 8-9 Agustus, pp. 344-349.
- Bronto, S., 2006, *Fasies Gunung Api dan Aplikasinya*, Jurnal Geologi Indonesia, Vol 2, No 1, hal 59 - 71.
- Bronto, S., Mulyaningsih, S., Hartono, G. dan Astuti, B., 2008, *Gunung api purba Watuadeg: Sumber erupsi dan stratigrafi*, Jurnal Geologi Indonesia, Vol 3, No 3, hal 117 - 128.
- 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.
- Bronto, S., 2010, *Geologi Gunung Api Purba*, Badan Geologi Indonesia, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung, 154 hal.
- Hartono, G., 2000, *Studi Gunung Api Tersier : Sebaran Pusat Erupsi dan Petrologi di Pegunungan Selatan Yogyakarta*. Tesis S2, ITB, tidak diterbitkan.
- Hartono, G. dan Bronto, S., 2007, *Asal - usul pembentukan Gunung Batur di daerah Wediombo, Gunungkidul, Yogyakarta*, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 2, No. 3, hal 143 - 158.
- Hartono, G., 2007, *Studi Batuan Gunung Api Pumis : Mengungkap Asal Mula Bregada Gunung Api Purba di Pegunungan Selatan*, Yogyakarta. Prosiding : Workshop Pegunungan Selatan, hal 145 - 157.
- Hartono, G. dan Bronto S., 2009, *Analisis stratigrafi awal kegiatan Gunung Api Gajahdangak di daerah Bulu, Sukoharjo; Implikasinya terhadap stratigrafi batuan gunung api di Pegunungan Selatan, Jawa Tengah*, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 4, No. 3, hal 157 - 165.
- Hartono, G., 2010. "Peran Paleovolkanisme Dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier Di Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah" Program Pascasarjana, Universitas Padjadjaran Bandung. (Tidak dipublikasikan)
- Haryono, S., Otong, R., dan Oyon, S. 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Surakarta-Giritontro*, Skala 1:100.000, P3G, Bandung.
- Martodjo, S., dan Djuhaeni, 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Jakarta : Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Pulunggono, A & S. Martodjojo, 1994, *Perubahan Tektonik Paleogen – Neogen merupakan Peristiwa Tektonik penting di Jawa*. In: *Proc. Seminar Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa sejak Akhir Mesozoik hingga Kuartar*, Geol.Dept.Gadjah Mada University, Yogyakarta, p. 37 – 51.
- Prasetyadi, C., 2007, *Evolusi Tektonik Paleogen Jawa Bagian Timur*, Desertasi, Program Doktor Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Surono, Sudarno, I., dan Toha, B., 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa, skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Sampurno dan Samodra, H., 1997. *Peta Geologi Lembar Ponorogo Jawa (Edisi ke-2), skala 1:100.000*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Surono, 2009, *Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Jawa Tengah*, JSDG, Vol. 19, No. 3 Juni, Pusat Studi Geologi, Bandung.
- van Bemmelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol 1A. General Geology, The Hague, Martinus Nijhoff, Netherlands.