

# KAJIAN GEOLOGI GUNUNG API TERHADAP INISIASI GUNUNG API PURBA GENUK, JEPARA, JAWA TENGAH

Oleh:

Hill. Gendoet Hartono<sup>1</sup>, Basuki Wibowo<sup>2</sup>, Imam Hamzah<sup>2</sup>, dan Hadi Suntoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Staf dosen Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta

<sup>2</sup> Pusat Pengembangan Energi Nuklir, BATAN, Jakarta Selatan

E-mail: [hilghartono@sttnas.ac.id](mailto:hilghartono@sttnas.ac.id)

## Abstrak

Gunung api Genuk merupakan bagian dari Semenanjung Muria yang terletak di bagian utara Provinsi Jawa Tengah. Semenanjung Muria merupakan tapak terpilih rencana pembangunan PLTN di Indonesia dan secara geologi gunung api masih perlu kajian komprehensif khususnya geokimia keberadaan Semenanjung Muria. Tujuan makalah ini adalah memperoleh kejelasan keberadaan gunung api purba yang menyusun Semenanjung Muria, dengan mendasarkan pada kajian fisis geologi gunung api dan kimia batuan gunung api yang menyusunnya. Bentang alam gunung api Genuk memperlihatkan tinggian bukit kerucut (+ 704 dpl.) yang bagian puncaknya telah hilang dan tererosi lanjut, terisolir, geometri lereng fasies proksimal-medial simetri, disusun oleh batuan gunung api masif (lava dan batuan intrusi), lava bantal dan fragmental (tuff pumis dan breksi piroklastika), dan komposisi kimia K<sub>2</sub>O (4,23 - 5,11 % berat) menunjukkan afinitas magma shosonit dan membangun jalur gunung api sendiri. Kajian geologi gunung api menunjukkan bahwa tinggian bukit Genuk merupakan sisa tubuh gunung api purba yang muncul sebagai akibat adanya celah pada kerak sehingga magma dapat keluar dan membangun Khuluk Genuk, mengalami fase inisiasi di bawah muka air laut dan berkembang menjadi gunung api komposit, muncul sebagai pulau laut, dan hancur membentuk kaldera Genuk.

*Kata kunci: Gunung Genuk, gunung api purba, kaldera, Semenanjung Muria, khuluk.*

## Abstract

*Genuk volcano is a part of the Muria Peninsula which is located in the northern part of Central Java Province. Muria Peninsula is the site selected in Indonesia plans for building nuclear power plants whereas the geology of volcanoes still need a comprehensive study of the Muria Peninsula in particular geochemical existence. The purpose of this paper is to clarify the existence of ancient volcanoes that made up the Muria Peninsula, based on the study of physical volcanic geology and chemistry of volcanic rocks arranged. The landscape of volcanic hill Genuk shows altitude cone (+ 704 above sea level) that the top has been lost and eroded further, isolated, medial proximal slope facies symmetrical geometry, composed by massive volcanic rocks (lavas and intrusive rocks), pillow lavas and fragmentation rocks (tuff stones and pyroclastic breccias), and chemical composition of K<sub>2</sub>O (4,23 to 5,11 wt%) shows shoshonite magma affinity and build its own line of volcanoes. Geological studies show that the altitude of Genuk hill volcano is the remnant of an ancient volcano body emerged as a result of cracks in the crust so that the magma can erupted and build khuluk Genuk, through a phase of initiation below sea level and developed into a composite volcano, appeared as an island sea, and violent explosion occurred to form a caldera Genuk.*

*Keywords: Mt. Genuk, ancient volcano, caldera, Muria Peninsula, khuluk.*

## Pendahuluan

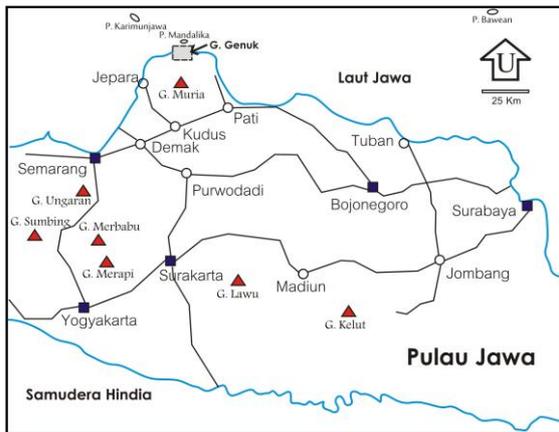
Gunung Genuk merupakan bagian dari Semenanjung Muria yang terletak di ujung utara Provinsi Jawa Tengah. Bagian tubuhnya yang melampar di sebelah utara langsung bersentuhan dengan Laut Jawa (Gambar 1) dan di utaranya terdapat P. Karimunjawa, P. Mandalika dan P. Bawean. Sementara itu, Semenanjung Muria terletak di sebelah timurlaut kota Semarang, yang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah. Wilayah ini terbagi menjadi tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Jepara, Kabupaten Pati, dan Kabupaten Kudus. Di bagian tengah Semenanjung Muria terdapat Gunung api Muria, menurut klasifikasi Direktorat Vulkanologi tidak termasuk gunung api aktif (van Padang, 1951; Kusumadinata, 1979).

Semenanjung Muria merupakan salah satu lokasi terpilih yang cukup menjanjikan untuk pembangunan Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).

Salah satu aspek yang diteliti adalah analisis potensi bahaya geologi dan daya dukung batuan yang akan menjadi landasan bagi bangunan PLTN tersebut. Berdasarkan hal itu maka bahasan tentang kajian penelitian di G. Genuk ini penting, setidaknya untuk pemuthakiran data dan hasil analisis aspek kegunungapiannya untuk mendukung keberteryaannya terhadap informasi geologi secara komprehensif.

Perkembangan penyatuan Semenanjung Muria dengan Pulau Jawa khususnya di bagian Jawa Tengah bagian utara terjadi karena adanya proses sedimentasi dan terjadi pendangkalan di Selat Muria (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa Semenanjung Muria dan tinggian Genuk terpisah dari Pulau Jawa, seperti tampak pada P. Mandalika dan P. Bawean sekarang ini. Pemikiran yang dapat dirunut terhadap hal tersebut adalah kemungkinan adanya pulau – pulau kecil di tengah laut sebagai manifestasi aktivitas gunung api di

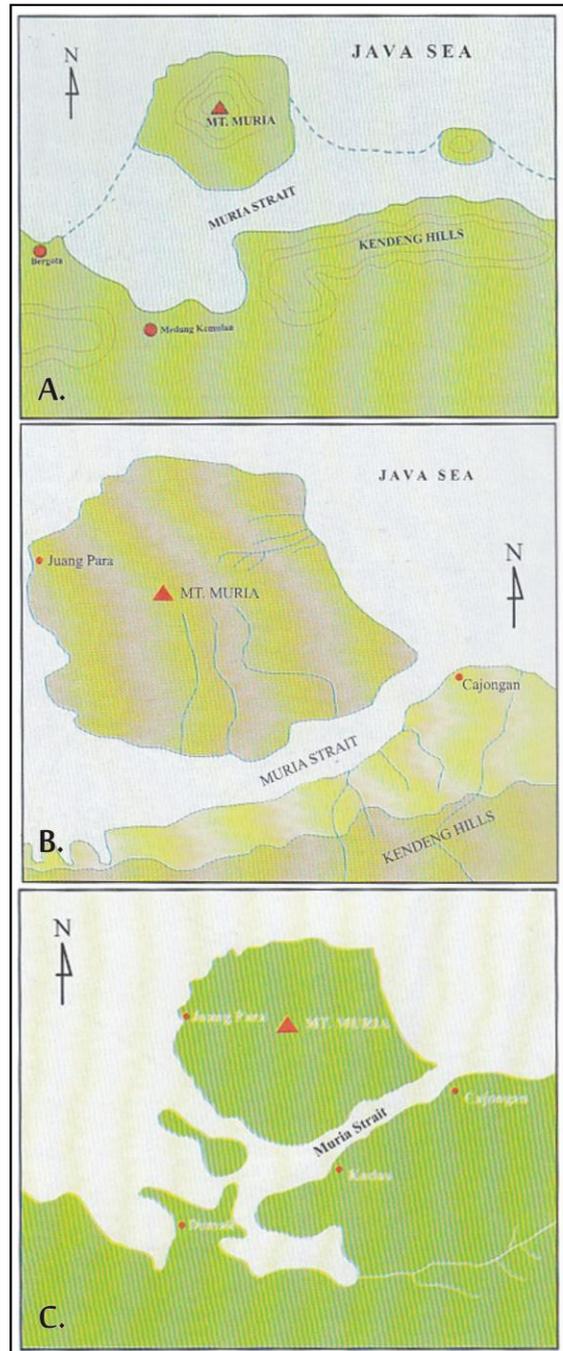
luar jalur gunung api di Pulau Jawa yang sudah kita kenal sekarang ini. Permasalahan ini dapat berkembang sebagai jalur gunung api shosonit karena batuan penyusunnya mengandung unsur potasium tinggi seperti yang dinyatakan oleh Soeria-Atmadja *et al.*, (1986). Jalur gunung api tersebut melibatkan daerah tinggian Genuk, tinggian Patiayam, G. Muria, P. Mandalika, P. Bawean, G. Lasem, dan tinggian Ringgit Besar di Jawa Timur. Secara spesifik, magma yang dapat mencapai permukaan bumi adalah gunung api (Hartono, 2010a, 2010b).



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.

G. Genuk merupakan salah satu fenomena vulkanisme yang keberadaannya terisolir dan menempati di bagian kaki terluar G. Muria yang terletak di bagian selatannya. Bentang alam G. Genuk memperlihatkan relief kasar sebagai salah satu petunjuk sisa atau bekas tubuh gunung api yang telah mengalami beberapa kali letusan dan tererosi. Bentang alam seperti itu dijumpai juga di G. Muria, G. Trowili dan Komplek G. Patiayam. Hal tersebut juga didukung oleh batuan pembangunnya yaitu batuan gunung api produk erupsi lelehan maupun letusan, yaitu berupa lava andesit dan basal yang mengandung mineral kelompok foid (Nicholls & Whitford, 1983), breksi dengan fragmen andesit – trakit – basanit, tuf lapili pumis dan tuf halus.

Keberadaan G. Genuk secara geologi belum diketahui secara jelas, termasuk di antaranya G. Muria, G. Patiayam, Pulau Mandalika, dan Pulau Bawean yang semuanya terletak atau berdekatan dengan Semenanjung Muria. Makalah ini mengkaji permasalahan asal mula daerah tinggian Genuk berdasarkan petrologi dan pemahaman geologi gunung api, sedangkan tujuannya adalah untuk memperjelas keberadaan daerah tinggian Genuk. Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan pemetaan geologi gunung api dan melakukan analisis kimia batuan gunung api yang menyusun daerah tinggian Genuk. Penelitian geologi bawah permukaan rinci perlu dilakukan.



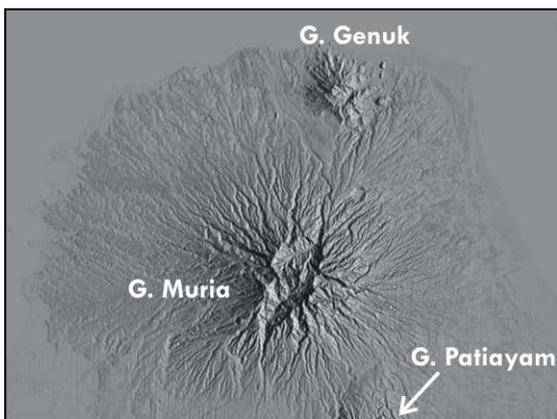
Gambar 2. Perkembangan Selat Muria pada abad 8 (A), abad 10 (B), dan abad 15 (C) dalam Rajiyowiryo dan Sutawidjaja (2010).

### Geologi Umum

Secara fisiografi G. Genuk berada dicakupan kelompok Semenanjung Muria, bersama-sama dengan komplek G. Patiayam. Gunung Muria merupakan gunung terbesar di daerah ini dan dijumpai kegiatan maar, dan erupsi parasit yang umumnya berupa kubah lava di bagian lereng maupun kakinya.

Bentang alam G. Muria memperlihatkan bentuk kerucut besar dengan bagian puncaknya telah hilang dan menyisakan bentuk kawah oval menyempit ke arah kedua ujungnya, sedangkan bentuk bentang alam G. Genuk memperlihatkan kerucut kecil dengan sisa kawah G. Genuk berbentuk melingkar (Gambar 3). Bentuk kawah G. Muria kemungkinan berhubungan dengan adanya patahan berskala besar memotong tubuh G. Muria berarah timurlaut – baratdaya, yang sejajar dengan arah patahan pola Meratus (Katili, 1980). Bentuk kawah merupakan ekspresi aktivitas gunung api dengan segala faktor yang menyertainya (Hartono, 2010a).

Bentang alam kerucut umumnya akan diikuti oleh pola sungai atau daerah aliran sungai berpola menyebar atau radier dan memusat pada daerah kawah, seperti tampak pada G. Muria. Hal ini juga mengacu pada bentuk bentang alam yang relatif masih muda, dan tidak terjadi atau tidak tampak pada bentang alam G. Genuk. Berdasarkan hal ini maka proses – proses geologi yang terjadi pada G. Genuk lebih awal dibanding yang terjadi pada G. Muria.



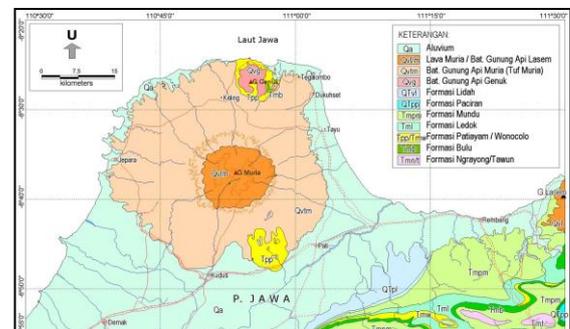
Gambar 3. SRTM yang memperlihatkan bentang alam G. Genuk, perhatikan bentuk kawah pada kedua daerah tinggian tersebut.

Stratigrafi daerah G. Genuk, Jepara dan sekitarnya telah diteliti oleh para ahli geologi (Misal: Nicholls & Whitford, 1983; Soeria-Atmadja, *et al.*, 1986; Suwarta dan Wikarno, 1992; NTT, 2000; dan NewJec, 1996) yang membahas tentang petrologi, vulkanisme, tektonik dan kaitannya dengan keberterimaan sebagai tapak PLTN.

Suwarta dan Wikarno (1992) menyebutkan bahwa daerah tinggian Genuk disusun oleh Batuan Gunung Api Genuk (Qvg) dan dikelilingi oleh batuan sedimen yang dikelompokkan dalam Formasi Bulu (Tmb) dan Formasi Patiayam/Wonocolo (Tpp/Tmw). Artinya tinggian Genuk tumbuh menumpang di atas batuan sedimen berumur Tersier. Tampak pada Gambar 4, bahwa

penyebaran batuan gunung api Genuk berada di bagian tengah atau dalam batuan sedimen yang menyusun Formasi Patiayam atau Formasi Wonocolo, sedangkan Formasi Bulu hanya berkembang di bagian tenggara G. Genuk. Di pihak lain, NewJec (1996) menyatakan bahwa daerah G. Genuk dan sekitarnya disusun oleh batugamping Formasi Bulu, batupasir tuf Formasi Ujungwatu dan lava-breksi piroklastika produk G. Genuk.

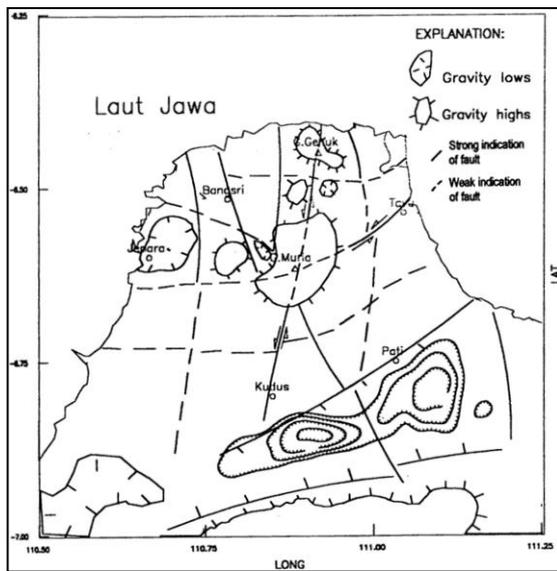
Berdasarkan hasil analisis pentharikan umur radiometri diketahui bahwa umur batuan G. Muria Tua berkisar antara 3,29 - 1,65 Ma (juta tahun yang lalu), yang diawali oleh kegiatan G. Genuk (NTT, 2000). Periode aktif ini menerus hingga periode kemunculan G. Muria Muda yang menunjukkan angka umur antara 1,65 – 0,84 Ma. Di sisi lain, di antara erupsi gunung api – gunung api utama tersebut berlangsung juga erupsi parasit yang terjadi di lereng dan kaki sekitar gunung api itu. Hal ini diketahui dari pentharikan umur lava maar Gembong  $0,59 \pm 0,03$  Ma, Maar Gunungrowo  $0,50 \pm 0,02$  Ma dan Maar Bangsri yang berkisar 0,64 - 0,75 Ma. Analisis K-Ar G. Patiayam memberikan umur  $0,97 \pm 0,07$  Ma sampai  $0,50 \pm 0,08$  Ma, sedangkan fosil vertebrata yang terawetkan di dalam batupasir konglomeratan di Desa Terban, kaki selatan G. Patiayam menurut Prof. T. Jacob dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta berumur 0,4 – 0,3 Ma.



Gambar 4. Peta geologi G. Genuk dan sekitarnya (Suwarta dan Wikarno, 1992).

Hamilton (1979) menyatakan bahwa berdasarkan analisis foto satelit, di Pulau Jawa tidak dijumpai adanya kelurusan utama sehingga dapat dianggap sebagai bukti bahwa sesar *strike-slip* utama tidak terjadi di pulau ini. Selain itu memperkirakan keberadaan kompleks gunung api di Semenanjung Muria ini kemunculannya dikendalikan oleh struktur geologi yang dalam, hal tersebut berkaitan dengan kedalaman zona tekukan (*Beniof zones*) di bawah gunung api berumur Kuartar di Pulau Jawa berkisar antara 100-200 km, sedangkan di daerah kompleks Muria-Genuk kedalamannya mencapai kurang lebih 400 km. Di pihak lain, Hutubessy (2003) menyebutkan bahwa sesar regional Tayu merupakan sesar utama yang

paling berpengaruh dalam pembentukan sesar-sesar yang lebih kecil di daerah Semenanjung Muria dan sekitarnya. Sesar Tayu merupakan sesar mendatar mengkiri dengan bidang sesar miring ke utara dan berarah baratdaya – timurlaut (SW – NE) menerus sampai ke pantai Tayu. Di sisi lain, struktur sesar bawah permukaan menunjukkan adanya pola-pola kelurusan bukaan (*lineament*) berupa celah-celah yang menembus batuan dasar, sehingga memungkinkan magma menerobos batuan dasar sampai ke permukaan bumi membangun G. Muria dan G. Genuk. Pernyataan yang terakhir ini juga disebutkan oleh NTT (2000) berdasarkan analisis anomali Bouguer regional (Gambar 6).



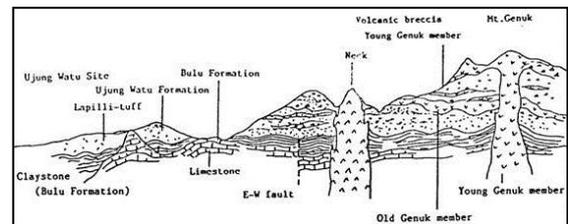
Gambar 6. Peta kelurusan berdasarkan anomali Bouguer regional (NTT, 2000).

### Geologi Gunung Api Purba Genuk

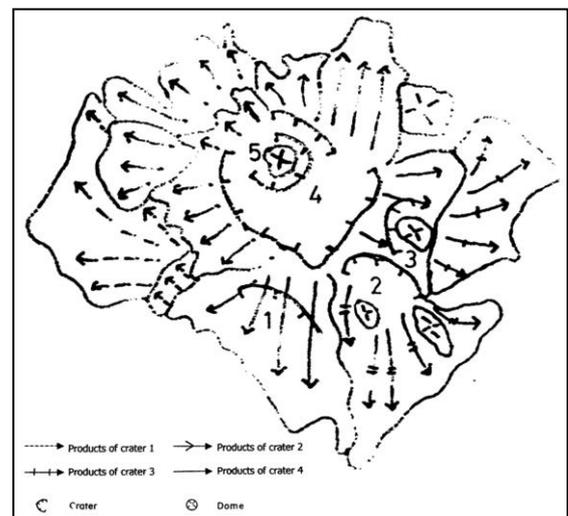
Bentang alam gunung api purba Genuk memperlihatkan adanya bentuk kerucut yang relatif simetri di bagian lereng – lereng yang menempati fasies proksimal gunung api. Hal ini, mengingat bentuk sisa kawah relatif melingkar. Dalam gambar penampang G. Genuk (Gambar 7) menunjukkan bahwa G. Genuk telah mengalami dua periode besar kegiatannya yaitu fase pembangunan kerucut komposit G. Genuk Tua dan Genuk Muda (NewJec, 1996). Bentang alam kerucut terpancung G. Genuk seperti tampak sekarang ini adalah bentang alam gunung api Genuk Muda, sedangkan tubuh G. Genuk Tua telah hancur dan mengalami proses eksogenik yang menyisakan sedikit lereng timur yang puncaknya dikenal sebagai G. Tempur. Fase pengrusakan tubuh kerucut G. Genuk Tua tersebut diikuti oleh pembentukan kaldera Genuk. Hal ini dibuktikan dengan dijumpainya material piroklastika dalam volume besar, berupa tuf, lapili dan breksi batuapung. Kelompok batuan tefra ini

merupakan penyusun Formasi Ujungwatu (Suwarti dan Wikarno, 1992).

Sejarah hidup G. Genuk dapat dipahami melalui bentuk bentang alam yang berupa cekungan maupun tinggian. Cekungan dalam hal ini sebagai sisa kawah, dan tinggian sebagai resistensi batuan penyusunnya yang dapat berupa leher gunung api, kubah lava, batuan intrusi dangkal, maupun *cryptodomes*. Berdasarkan hal tersebut G. Genuk teridentifikasi disusun oleh lima kawah purba yang bergeser saling berdekatan (Gambar 8), seperti dapat diamati pada G. Anak Krakatau sekarang ini. Produk batuan gunung api yang dihasilkan dari lima kawah tersebut berupa perselingan antara lava dan breksi tuf piroklastika pada masing-masing kawah. G. Genuk kemungkinan juga merupakan sistem kaldera seperti yang ditunjukkan oleh kehadiran endapan klastika gunung api pumis dan kubah lava parasitik yang menyebar di kaki G. Genuk (NTT, 2000).



Gambar 7. Penampang skematik di sekitar G. Genuk dan Ujungwatu (NewJec, 1996).



Gambar 8. Peta skematik di sekitar G. Genuk dan Ujungwatu (NTT, 2000).

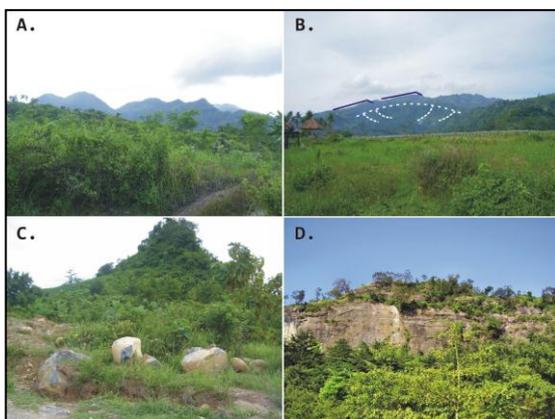
McBirney *et al.* (2003) berdasarkan data umur radiometri, kegiatan gunung api di Semenanjung Muria dibagi menjadi Genuk Tua, Muria Tua, Muria menengah, Genuk Muda, dan Muria Muda. Kegiatan vulkanisme yang dimaksud mulai sekitar 3,29 Ma. dan berakhir pada 0,32 Ma. Selain itu juga disebutkan bahwa Formasi Ujungwatu diperkirakan merupakan produk

kegiatan pembentukan Kaldera Genuk yang terjadi antara Genuk Tua dan Genuk Muda. Hal tersebut dihubungkan dengan ditemukannya beberapa kubah lava di sekitar kerucut Genuk Muda dan bagian dasar Kaldera Genuk purba.

Secara petrologi, batuan gunung api penyusun tubuh G. Genuk berasal dari magma berkomposisi andesit – andesit piroksin. Magma tersebut pada kawah satu menghasilkan endapan piroklastika dan aliran lava berkomposisi andesit. Pada kawah dua menghasilkan endapan aliran piroklastika dan kubah lava berkomposisi batuan andesit piroksen. Kubah lava bertekstur porfiritik dengan fenokris felspar kalium dan augit yang tertanam dalam masa dasar holokristalin. Produk batuan yang menyusun kawah tiga berupa endapan aliran piroklastika dan kubah lava berkomposisi andesit. Kubah lava ini menunjukkan umur  $1.65 \pm 0.10$  Ma atau Pleistosen. Lava yang dijumpai di gawir kawah empat pada G. Genuk menunjukkan tekstur porfiritik, fenokris berupa leusit dan tertanam dalam masa dasar intergranular kristal feldspar dan leusit, kaya feldspar kalium, komposisi *tephrite leucitic*. Di gawir lima tersingkap endapan stratifikasi piroklastika jatuhnya yang terdiri atas pecahan batuan atau litik, dan skoria berkomposisi basal dengan ketebalan bervariasi dari 0,5 sampai 3 m.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan bentang alam G. Genuk di lapangan dan analisis peta topografi dan citra SRTM menunjukkan bahwa secara umum daerah tinggian Genuk merupakan bentuk kerucut simetri dengan bagian atas hilang. Data bentang alam meliputi pengamatan bentuk-bentuk relief produk gunung api dan proses yang menyertainya. Bentuk-bentuk bentang alam tersebut meliputi perbukitan berelief kasar, kubah (*domes*), gawir terjal setengah melingkar, dan bentang alam intrusi (Gambar 9).



Gambar 9. Bentang alam G. Genuk. A. Berelief kasar dan bentuk kubah, B. Gawir setengah melingkar dengan latar belakang tubuh utama Genuk, C. Intrusi, dan D. Gawir terjal kawah purba.

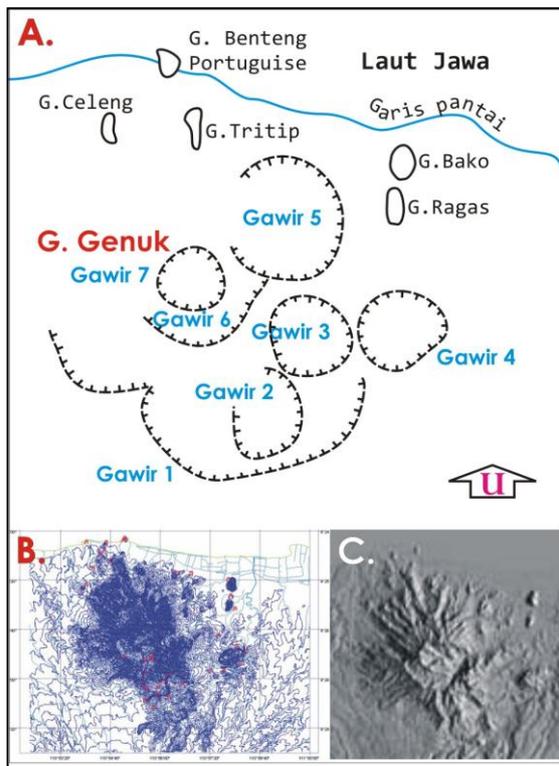
Bentang alam perbukitan berelief kasar (9A) umumnya dijumpai pada daerah G. Genuk bagian selatan, terutama daerah tinggian Dusun Guwo yang membentuk struktur bukaan ke arah tenggara. Bentang alam ini diperkirakan berkaitan dengan kegiatan gunung api berupa erupsi letusan atau longsoran tubuh G. Genuk bagian selatan. Hal ini tampak dari struktur bukaan yang terbentuk dan produk letusan yang berupa tuf lapili dan batuan piroklastika kaya pumis. Bentang alam tersebut meliputi daerah tinggian Desa Guwo, G. Genuk, Jugokarjan, Keling, Sumberejo dan Jugo. Ketinggian tertinggi diwakili oleh G. Genuk (+ 704 m dpl.) dan terendah diwakili oleh dataran Desa Karangsari (+ 100 m dpl.). Kelerengan sangat bervariasi mulai dari 25° hingga 70° dan terdapat kelerengan yang mendekati tegak yaitu di lereng atau tebing utara G. Genuk.

Bentang alam kubah umumnya dijumpai pada bentang alam terisolir dan beberapa terdapat di bagian dalam bentang alam bukaan bagian utara G. Genuk (9B). Bentang alam kubah terdapat di bagian dalam struktur bukaan dan di luar tubuh G. Genuk sendiri. Bentang alam ini diwakili oleh bukit terisolir seperti G. Ragas (+129 m dpl), G. Bako (155 m dpl), G. Tempur (+212 m dpl), dan G. Celeng (+ 145 m dpl), G. Benteng Portugis dan G. Truwili (+ 147 m dpl), sedangkan kubah-kubah yang terdapat di dalam struktur bukaan diwakili oleh bukit dengan ketinggian antara 145 m dan 269 m di atas muka laut. Bentang alam ini diperkirakan berhubungan dengan kegiatan gunung api berupa erupsi lelehan yang membentuk kubah lava dan kemungkinan berupa sisa batuan intrusi yang membentuk leher gunung api (9C). Kubah lava juga berkaitan dengan viskositas magma tinggi sehingga dalam perjalanannya ke permukaan bumi hanya berhenti di dalam kawah dan membeku.

Berdasarkan berbagai bentuk bentang alam khususnya yang berbentuk melingkar – setengah melingkar mirip bentuk bulan sabit (*half moon*) dan batuan penyusun maka dapat diidentifikasi daerah – daerah yang diperkirakan sebagai kawah – kawah purba yang membangun G. Genuk (Gambar 10). Gawir 2 hingga gawir 7 muncul di dalam gawir 1 yang membentuk gawir Genuk paling besar. Gawir 1 mewakili bentang alam Genuk Tua yang kejadiannya berkaitan dengan pembentukan Kaldera Genuk.

Kehadiran kubah lava mencerminkan fase pertumbuhan atau pembangunan G. Genuk, sedangkan pembentukan kaldera yang menghasilkan endapan klastika gunung api kaya pumis (Formasi Ujungwatu) menjelaskan fase pengrusakan atau penghancuran. Bentuk kerucut Genuk dibangun pada tahap pembentukan kompositnya, sedangkan pembentukan kaldera mencerminkan periode penghancuran dari setiap gunung api komposit. Oleh sebab itu, kaldera

Genuk yang juga berperan pada pembentukan Formasi Ujungwatu, tentunya terbentuk setelah pembangunan komposit Genuk Sangat Tua walaupun sejauh ini hal tersebut tidak teramati secara jelas. Satu-satunya data yang mendukung keberadaan komposit Genuk Sangat Tua adalah data umur tertua dari NIRA (3.29 Ma; NewJec, 1996). Permasalahan muncul di sini, apakah perubahan dari komposit Genuk Tua menjadi Genuk Muda juga dipisahkan oleh pembentukan kaldera? Sehingga, terdapat tiga periode pembangunan komposit Genuk, yaitu Genuk Sangat Tua, Genuk Tua, dan Genuk Muda, dan pada akhirnya suatu fasa penghancuran dari kejadian pembentukan kaldera Genuk (Formasi Ujungwatu) pada sistem kegunungapian Genuk.



Gambar 10. Hasil analisis dalam penentuan gawir melingkar penunjuk area kawah purba G. Genuk (A). Peta topografi (B) dan citra SRTM (C).

Stratigrafi daerah tinggian Genuk dibangun oleh batuan gunung api yang dihasilkan oleh erupsi lelehan dan letusan G. Genuk (Gambar 11). Batuan gunung api tersebut berupa lava koheren dan piroklastika. Lava koheren berupa lava bantal, lava, kubah lava, batuan intrusi, sedangkan piroklastika berupa tuf, breksi piroklastika, lapili, pumis, dan skoria. Sekuen G. Genuk menumpang di atas sekuen sedimen klastika fraksi halus berupa batulempung karbonat kaya pecahan fosil yang menyusun Formasi Bulu. Formasi Bulu berumur Miosen Akhir (Suwarta dan Wikarno, 1992) yang di daerah G. Genuk tersingkap di desa Donorojo dan

Sendari-Toklek. Hasil analisis terhadap fosil yang terkandung di batuan dua lokasi tersebut memberikan kisaran zona N21-N23 dan N21-N22 atau berumur Pliosen-Pleistosen. Lingkungan sekuen sedimen ini di neritik dalam – tengah.

Secara umum, penyebaran batuan gunung api G. Genuk merupakan stratifikasi lava koheren dan piroklastika (11A). Stratifikasi ini menunjukkan tubuh G. Genuk sebagai gunung api komposit. Artinya G. Genuk semasa aktif telah mengalami erupsi lelehan maupun erupsi letusan berkali-kali dan saling bergantian. Namun keberadaan G. Genuk diawali oleh erupsi bawah air laut yaitu munculnya aliran lava yang memperlihatkan struktur bantal (11C). Struktur bantal hanya dapat berkembang di bawah permukaan air. Kemunculan lava bantal ini dijumpai di Desa Donorojo dan Desa Tulakan. Kenampakan lapangan umumnya mirip dengan breksi otoklastika, namun struktur membulat yang diikuti oleh adanya kekar radier di setiap tubuh aliran lavanya hanya terjadi pada lava yang membeku di dalam air. Jadi berkembangnya kekar radier tersebut berhubungan dengan proses pembekuan bukan karena proses lain seperti yang disebabkan oleh gaya tektonik.

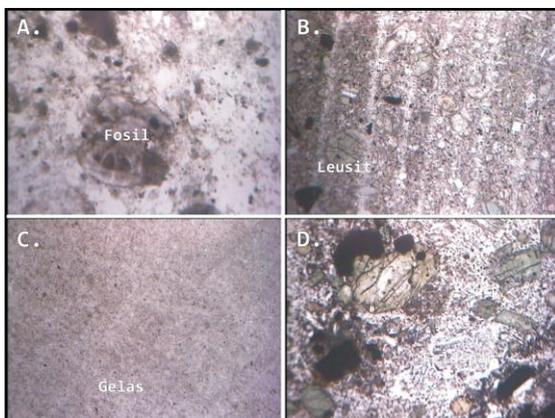


Gambar 11. Berbagai jenis batuan gunung api pembangun G. Genuk kecuali F (Batulempung berfosil, Formasi Bulu). A. Kontak lava dengan tuf berlapis, B. Intrusi andesit, C. Lava bantal, D. Breksi pumis tuf, E. Koral terperangkap dalam

breksi pumis tuf, G. Bom gunung api, tampak warna oksidasi dan terbakar, dan H. Skoria basal.

Koheren lava berupa batuan terobosan dangkal (11B) yang dalam proses selanjutnya memperlihatkan bentuk tonjolan-tonjolan sebagai akibat dari sifat resisten mineral penyusunnya dan selain itu juga menunjukkan keberadaan fasies pusat dan fasies prosimal gunung api. Koheren lava berupa batuan piroklastika dengan komponen utama penyusunnya fragmen batuan beku, bom/blok gunung api, pumis, skoria (11D, G, H). Fragmen – fragmen tersebut tertanam di dalam matrik dasar berupa tuf fraksi kasar – halus.

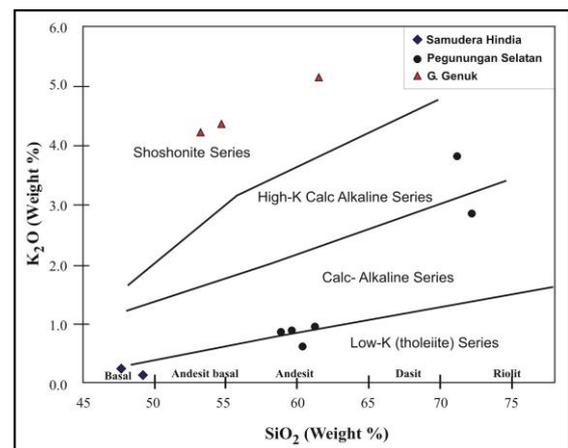
Berdasarkan analisis petrografis koheren lava yang menyusun tinggian Genuk memperlihatkan tekstur vitrik, afanit dan porfiroafanit (Gambar 12), hampir seluruh contoh batuan yang dianalisis menunjukkan kehadiran mineral foid yaitu leusit. Tekstur porfiroafanit terdapat pada batuan terobosan (12D), sedangkan tekstur afanit pada lava (12B), keduanya mempunyai komposisi yang sama yaitu andesit leusit. Di pihak lain, batuan piroklastika berupa tuf memperlihatkan tekstur vitrik (12C). Secara petrologi, batuan yang mengandung kelompok mineral foid atau feldspatoid mempunyai kandungan silika sangat rendah, namun kebalikannya kandungan  $K_2O$  sangat tinggi. Tinggian Genuk mempunyai kandungan unsur oksida utama  $SiO_2$  berkisar 53,21 – 61,47 % berat dan  $K_2O$  antara 4,23 - 5,11 % berat. Hasil pengeplotan data tersebut ke dalam tabel Peccerillo – Taylor (1976) masuk dalam wilayah seri Shosonit (Gambar 13). Artinya batuan gunung api yang membangun tinggian Genuk berasal dari magma berafinitas Shosonit. Afinitas magma ini berkaitan dengan kemunculan mineral modal leusit pada batuan gunung api Genuk. Komposisi batuan gunung api Genuk yang dihasilkan oleh magma seri Shosonit antara andesit basal – andesit.



Gambar 12. Fotomikrograf batuan penyusun daerah tinggian G. Genuk kecuali A (batulempung berfosil, Formasi Bulu), B. Andesit leusit, C. Tuf gelas, D. Andesit leusit.

Gambar 13 memperlihatkan adanya perbedaan hasil perajahan yang sangat signifikan bila dibandingkan antara data G. Genuk – Pegunungan Selatan Jawa – Samudera Hindia. Hal ini memberikan pengertian bahwa secara petrologi batuan gunung api yang dihasilkan pada ketiga tempat tersebut berasal dari seri magma yang berbeda. Kemunculan magma di permukaan bumi berkaitan dengan tataan tektonik yang menyertainya dan tentunya akan tercermin pula pada jenis gunung api yang dibangunnya. Berdasarkan pemikiran ini, kelompok G. Genuk, G. Muria, P. Mandalika, P. Bawean, G. Lasem, dan tinggian Ringgit Besar (di Jawa Timur) yang umumnya disusun oleh batuan gunung api yang mengandung mineral kelompok foid (leusit dan nefelin) dalam dikelompokkan ke dalam zona atau jalur gunung api tersendiri. Hal ini dapat dikarenakan adanya kemungkinan gunung api tersebut dibangun oleh tataan tektonik yang berbeda, dan juga batuan gunung api yang muncul di dua tempat (Pegunungan Selatan dan Samudera Hindia) tidak mengandung mineral foid. Artinya kemunculan gunung api shosonit yang menempati bagian utara Pulau Jawa tidak berkaitan (?) dengan tektonik subduksi yang membangun Pegunungan Selatan Jawa.

Bilamana pemikiran tersebut dikaitkan dengan Gambar 2 (di atas), maka asal mula Semanjung Muria dapat terjadi pula pada G. Lasem dan Tinggian Ringgit Besar, sehingga kumpulan gunung api shosonit ini awalnya muncul di Laut Jawa dan berkembang hingga seperti terlihat sekarang ini. Di sisi lain, kemungkinan kemunculan gunung api shosonit ini tidak terlepas dari gerak – gerak tektonik yang menyebabkan adanya retakan pada kerak maupun adanya penipisan kerak secara mandiri.



Gambar 13. Hasil perajahan kimia batuan unsur oksida utama G. Genuk yang dibandingkan dengan data Pegunungan Selatan Jawa dan Samudera Indonesia (Hartono, 2010a) di dalam grafik  $SiO_2$  vs  $K_2O$  dari Peccerillo – Taylor (1976).

Berdasarkan uraian dan penjelasan sebelumnya dapat memberikan pemahaman tentang adanya sukseksi terbentuknya gunung api purba Genuk, Jepara. Sukseksi tersebut dapat ditunjukkan dengan adanya perubahan dari fase awal ke fase akhir dalam pembangunan tubuh gunung apinya (Cas dan Wright, 1987). Sukseksi G. Genuk memperlihatkan perubahan fase pembangunan awal yang ditandai dengan munculnya aliran lava bantal di daerah Donorejo dan di pertapaan Ratu Kali Nyakmat, Sonder, Tulakan dan kemudian diteruskan fase pembangunan kedua yang ditandai dengan pembangunan tubuh kerucut komposit G. Genuk, dan diakhiri oleh fase penghancuran sebagian tubuh gunung apinya sendiri yang ditunjukkan hilangnya bagian puncak kerucutnya. Kemunculan lava bantal merupakan inisiasi gunung api Genuk sebagai Gumuk Genuk, selanjutnya berkembang menjadi Khuluk Genuk dan Kaldera Genuk.

### Kesimpulan

Tinggian Genuk merupakan sisa tubuh gunung api purba dan merupakan bagian dari jalur gunung api shosonit. Gunung api purba Genuk dibangun oleh batuan gunung api produk fase pembangunan dan penghancuran selama kurun waktu Plio – Plistosen. Sebaran batuan sisa tubuh G. Genuk menempati fasies pusat dan fasies proksi. Fase inisiasi ditandai oleh munculnya lava bantal sebagai gunung api monogenesa, kemudian berkembang menjadi gunung api komposit yang ditandai oleh perselingan aliran lava dan tefra sebagai gunung api poligenesa. Fase penghancuran ditandai dengan kehadiran pumis.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Pusat Pengembangan Energi Nuklir, BATAN, Jakarta Selatan yang telah mengizinkan penulis melakukan riset bersama pada tahun 2009 dan 2011, kepada Ketua STTNAS yang telah membiayai mengikuti seminar nasional ini, dan kepada Panitia ReTII ke 6 STTNAS yang telah menerima makalah dan mempublikasikannya.

### Daftar Pustaka

Cas, R.A.F. dan J.V. Wright, 1987, *Volcanic Successions. Modern and Ancient*, Allen & Unwin, London, 528 h.

Hamilton, W., 1979, *Tectonic of Indonesia Region*, U.S. Geological Survey Profesional Paper 1078, 345p.

Hartono, G., 2010a, *Peran Paleovolkanisme dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier di Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa*

*Tengah*, Disertasi, UNPAD, Bandung, 335 h. (Tidak dipublikasikan).

Hartono, G., 2010b, *Petrologi Batuan Beku dan Gunung Api*, UNPAD Press. Bandung, ISBN: 978-602-8743-07-5. 116 hal.

Hutubessy, S., 2003. Struktur Sesar Bawah Permukaan dan Implikasinya Terhadap Pemunculan Kelompok Gunungapi di Semenanjung Muria, Jawa Tengah, Berdasarkan Pendekatan Analisis Gaya Berat, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* 12 (133), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, hal.37 - 54.

Katili, J.A., 1980, *Geotectonics of Indonesia: a modern view*, Directorate General of Mines, Jakarta, 271p.

Kusumadinata, K., 1979, *Data Dasar Gunung api Indonesia*, Direktorat Vulkanologi, Bandung, 820.

McBirney, A.R., Serva, L., Guerra, M. & Connor, C.B. 2003. Volcanic and seismic hazards at a proposed nuclear power plant site in central Java. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 126, 11-30.

NewJec (New Japanese Engineering Consultant), 1996, *Final Report of Geology, Geophysical, Geotechnical, and Seismology Study* (unpublished).

Nicholls, I.A. & Whitford, D.J., 1983, Potassium-rich volcanic rocks of the Muria complex, Java, Indonesia: product of magma source? *J. Volc. Geoth. Res.*, 18, 337-359.

NTT (National Technical Team), 2000, *Volcanological Aspects of Muria Volcanic Complex and Their Hazard Assessment Report*, Unpublished report to National Nuclear Energy Agency (BATAN): Feasibility Study of Nuclear Power Plant at Muria Penninsula, Central Java, Indonesia.

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.

Rajiyowiryo, H. dan Sutawidjaja, I.S., 2010, The Importance of Quaternary Geological Processes on Indonesia Land Use Policy: with Examples of the Shallowness of the Muria Strait and Mount Merapi Eruptions, *Majalah Geologi Indonesia, IAGI.*, Vol. 25, No. 2, hal 73-81.

Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Joron, J.L., Cyrille, Y., Bougault, H. & Hasanuddin, 1986, The occurrence of back arc basalts in Western Indonesia, *Proc. Indon. Assoc. Geol.*, 14, 125-138.

Suwarti, T. dan Wikarno, S., 1992, *Peta geologi lembar Kudus*, skala 1 : 100.000, Jawa, Puslitbang Geologi, Bandung.

Van Padang, N., 1951, *Catalogue of the Active Volcanoes of the World Including Solfatarata Fields*. Part I Indonesia, Internat. Volc. Assoc., Via Tasso 199, Napoli, Italia, 271.