

## Stratigrafi Gunung Api Lava Bantal: Kasus Lava Bantal, Bayat, Klaten & Lava Bantal, Tancep, Ngawen, Jawa Tengah Dan Daerah Istimewa Yogyakarta

Hill. G. Hartono<sup>1</sup>, Muchlis Irwanto<sup>1</sup>, dan Ishak Eliezer<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Geologi, Universitas Diponegoro Semarang

Korespondensi : hilghartono@sttnas.ac.id

### ABSTRAK

Lava bantal tersingkap jelas di daerah Dukuh, Jarum, Gununggajah, Kecamatan Bayat, Klaten, Jawa Tengah dan di daerah Tancep, Kecamatan Ngawen, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara litostratigrafi termasuk Formasi Kebo-Butak, namun kedudukan stratigrafi produk gunung api secara lelehan tersebut belum jelas terkait dengan keberadaan gunung api purba yang menghasilkannya. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengungkap kejelasan kedudukan stratigrafi gunung api lava bantal. Metode pendekatan yang dilakukan adalah kunjungan lapangan, analisis petrografi dan geokimia. Pada dasarnya batuan hasil erupsi lelehan menunjukkan lokasi keberadaan fasies pusat gunung api atau memperlihatkan karakteristik batuan paling dekat dengan sumber erupsi dibanding dengan batuan hasil erupsi letusan. Hasil analisis topografi lava bantal memperlihatkan tinggian berbukit, mengelompok kecil berdimensi 1-6,5 meter dan tersebar memanjang relatif berarah timurlaut-baratdaya. Lava bantal tersingkap secara setempat-setempat bersama tuf, batupasir, dan napal. Lava bantal berwarna abu-abu gelap, afinit-porfiri afanit, struktur aliran, membreksi, kekar radier, berkulit kaca, saling tindih, lebar setiap satuan lava kurang dari 1 meter dan panjang mencapai 3 meter. Secara petrografi berkomposisi basal – andesit, tekstur khas subofitik, anhedral-subhedral, dan memperlihatkan struktur aliran, sedangkan analisis geokimia menunjukkan afinitas magma kapur alkali ( $\text{SiO}_2 = 52-53\%$  berat dan  $\text{K}_2\text{O} = 0,7-1,0\%$  berat). Kemunculan lava bantal di daerah penelitian menempati fasies pusat sebagai gumuk yang dihasilkan oleh beberapa pusat erupsi purba gunung api bawah air.

Kata kunci: gunung api, lava bantal, fasies pusat, pusat erupsi, purba.

### ABSTRACT

*Pillow lava was revealed clearly in the areas of Dukuh, Jarum, Gununggajah, Bayat District, Klaten, Central Java and in the Tancep area, Ngawen District, Gunungkidul, Yogyakarta Special Province. In lithostratigraphy, including the Kebo-Butak Formation, but stratigraphy position of the volcano product is not yet clearly related to the existence of an ancient volcano. The purpose is to understand of the volcano stratigraphic pillow lava position. The approach method used is field visits, petrographic and geochemical analysis. Basically melt eruption rocks show the location of the existence of a central volcano or show the characteristics of the rock closest to the source of the eruption compared to the rock resulting from explosive eruption. The results of the pillow lava topography analysis showed hilly height, clustered in small dimensions of 1-6.5 meters and scattered extending relatively north-southwest. Pillow lava is exposed locally and together with tuff, sandstone and marl. Pillow lava is dark gray, afanite affinity, flow structure, corrective, radier stock, glassy skin, overlapping, the width of each lava unit is less than 1 meter and reaches 3 meters long. Petrographically the basal - andesite composition, the typical subophytic, anhedral-subhedral texture, and the flow structure, while the geochemical analysis showed the affinity of alkali lime magma ( $\text{SiO}_2 = 52-53$  weight % and  $\text{K}_2\text{O} = 0.7-1.0$  weight %). The appearance of pillow lava in the study area occupies the central facies as a hummock produced by several centers of ancient eruptions of underwater volcanoes.*

*Keywords: volcano, pillow lava, central facies, eruption center, ancient.*

### 1. PENDAHULUAN

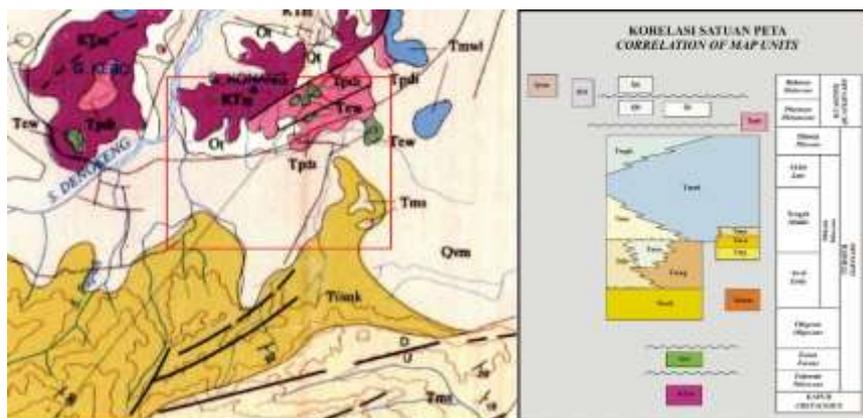
Lokasi wilayah kajian geologi merupakan daerah perbatasan administrasi pemerintahan antara Kabupaten Klaten dan Kabupaten Gunungkidul, lebih kurang 35 km ke arah tenggara dari kota Yogyakarta (Gambar 1). Daerah Bayat, Klaten, Jawa Tengah dan Ngawen, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan daerah yang terkenal kondisi geologinya bagi orang yang mempelajari ilmu kebumih. Kedua

daerah tersebut berdampingan, namun mempunyai kondisi geologi yang sangat berbeda. Perbukitan Jiwo di Bayat tersingkap batuan malihan yang berumur 98 jtl. [9], batuan beku yang mengintrusinya berumur cukup beragam mulai dari 13 – 33 jtl. [11], dan kemunculan lava bantal yang menempel pada batuan intrusinya (bronto), sedangkan daerah Gunungkidul disusun oleh seri batuan sedimen, batuan beku, batuan gunung api klastik, dan batuan karbonat yang sangat tebal. Hubungan stratigrafi kedua daerah tersebut belum jelas terungkap, hal ini kemungkinan berhubungan dengan kontak struktur atau kontak stratigrafi. Formasi Wungkal disusun oleh batupasir, napal pasiran, batulempung dan lensa batugamping tersebar setempat-setempat tidak selaras yang tampak menyatu dengan Kompleks Perbukitan Jiwo, sedangkan seri Pegunungan Selatan tersingkap runtut di sebelah selatannya oleh Formasi Kebo-Butak, Formasi Semilir, Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, dan Formasi Wonosari [12]. Di pihak lain, pemetaan rinci terkait sebaran aliran lava bantal berbasis stratigrafi gunung api belum dilakukan, sehingga menarik untuk dapat diungkap keberadaannya.



Gambar 1. Lokasi wilayah kajian (kotak berwarna biru).

Litostratigrafi menyatakan bahwa Formasi Kebo-Butak melampar barat – timur dengan kemiringan perlapisan batuan umumnya ke arah selatan, sebaran bagian timur cenderung menjorok ke utara mendekati Kompleks Perbukitan Jiwo Timur. Keberadaan batuan gunung api berupa lava bantal yang tersingkap setempat-setempat pada formasi ini hanya terkonsentrasi di bagian timur. Di sisi lain, kemunculan aliran lava bantal terletak di bagian bawah di antara batuan sedimen penyusun utama Formasi Kebo-Butak. Formasi Kebo-Butak berhubungan selaras dengan Formasi Semilir di atasnya, namun tidak selaras dengan Formasi Wungkal (Gambar 2) yang diendapkan sebelumnya di bagian utara [12]. Ketebalan formasi ini mencapai lebih kurang 650 m dan tersebar di bagian utara Pegunungan Baturagung dengan lingkungan pengendapan laut terbuka yang terpengaruh arus turbit. Di bagian lain, tepatnya di Dusun Gununggajah, Perbukitan Jiwo Timur tersingkap lava bantal dengan bentuk geometri memanjang berarah relatif utara-selatan, singkapan berdimensi lebih kurang 10 x 20 m, berdekatan atau bersebelahan dengan batuan terobosan mikrogabro, Pendul [1].



Gambar 2. Peta geologi dan stratigrafi wilayah kajian [12]. Keterangan Peta: KTm (batuan malihan), Tew (Formasi Gamping Wungkal), Tomk (Formasi Kebo-Butak), Tms (Formasi Semilir), Tmwl (Formasi Wonosari), Tpd (intrusi diorit), (Qvm) endapan vulkanik Merapi.

Batuan beku intrusi dangkal dan batuan beku ekstrusi memperlihatkan struktur khusus kekar tiang (*columnar joint*), aliran, breksiasi, membantal guling (*pillow lava*), dan berkulit kaca (*glassy skin*) tersingkap bersama-sama dengan batuan sedimen silisiklastik penyusun Formasi Kebo-Butak seperti batupasir, batulanau, serpih, tuf, aglomerat, dan batupasir hitam (*hyaloclastite*; Bronto dkk., 2002). Kedua jenis batuan gunung api tersebut sering dinyatakan sebagai bagian dari Formasi Kebo-Butak [3], namun keberadaannya belum diungkap secara gamblang khususnya terkait dengan keberadaan sumber gunung apinya. Kemunculan batuan gunung api dekat dengan lingkungan pengendapan Formasi Kebo-Butak setidaknya menggambarkan kondisi tubuh gunung api dekat dengan lingkungan air atau sepenuhnya di bawah permukaan air pada umur Oligosen Akhir-Miosen Awal (N2-N5). Secara stratigrafi gunung api perlu dilakukan penelitian rinci dan berkelanjutan untuk menentukan sumber atau lokasi erupsi purbanya, pemerian batuan penyusun, dan asal-usulnya. Lebih jauh lagi, penelitian terpadu dapat dilakukan untuk mencari keberadaan lokasi sumber energi baru atau penelitian tata guna lahan terkait dengan kebencanaan.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengungkap kejelasan sebaran kemunculan lava bantal dan kedudukan stratigrafi batuan gunung api lava bantal di wilayah kajian. Metode pendekatan yang dilakukan adalah kunjungan lapangan, analisis petrografi dan geokimia.

## 2. METODE PENELITIAN

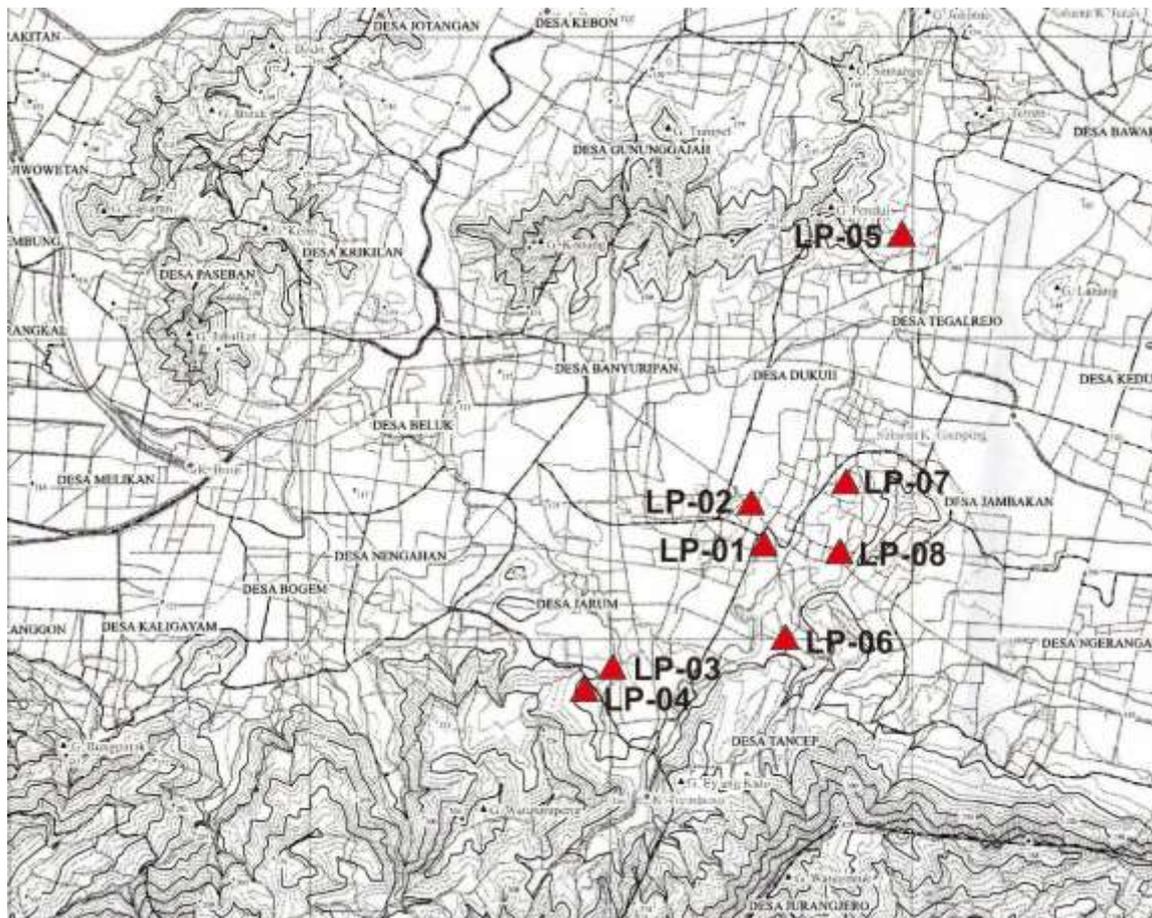
Metode penelitian yang digunakan untuk menjawab permasalahan geologi adalah menerapkan metode penelitian geologi permukaan berbasis gunung api di lapangan dan analisis petrografi dan geokimia unsur oksida utama di laboratorium. Kegiatan geologi permukaan adalah melakukan pemetaan, pengambilan contoh batuan, pengukuran obyek singkapan geologi, pemerian terhadap batuan gunung api di wilayah kajian sebagai bagian dari penyusun Formasi Kebo-Butak khususnya lava bantal, dan dokumentasi. Kegiatan laboratorium meliputi analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral dan hubungan tekstur batuan gunung api secara rinci, sedangkan analisis geokimia untuk mengetahui afinitas magma dan kecenderungan koherenitas lava bantal terhadap tataan tektoniknya.

## 3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil kajian terhadap data geologi di lapangan berupa geomorfologi, sebaran dan dimensi fisik singkapan batuan, dan ciri khas batuan di masing-masing lokasi pengamatan (Gambar 3). Secara umum, daerah kajian menempati fisiografi Zona Pegunungan Selatan [13], sedangkan secara khusus singkapan batuan gunung api ekstrusi lelehan berupa aliran lava bantal menempati daerah lembah sungai, dataran, dan daerah berbukit. Geomorfologi daerah kajian memperlihatkan relief halus-sedang dengan elevasi kurang dari 160 m dan kelerengan kurang dari 10°. Geometri singkapan lava bantal umumnya mengelompok kecil dengan ukuran tidak lebih dari 8 m, sedangkan singkapan yang lainnya berbentuk memanjang mengikuti bentuk aliran sungai mencapai 15 m. Geomorfologi yang disusun oleh aliran lava dan kubah lava cukup bervariasi, hal ini berkaitan dengan komposisi magma yang membangunnya. Di sisi lain, komposisi mempengaruhi viskositas yang cenderung mengindikasikan mudah tidaknya lava mengalir. Aliran lava berkomposisi asam akan membangun bentang alam tinggi atau membangun tubuh gunung api komposit, stromboli dan kaldera, sedangkan aliran lava berkomposisi lebih basa akan membangun tubuh gunung api dengan bentang alam landai seperti gunung api tameng. Aliran lava di daerah kajian mencirikan bentuk bentang alam berelevasi landai atau rendah, luasan sebaran kecil, sehingga merujuk pada komposisi magma basa. Aliran lava berkomposisi basa umumnya mengalir lebih cepat dan mencakup sebaran yang cukup luas dibanding aliran lava berkomposisi lebih asam

dengan cakupan daerah kecil. Bentuk bentang alam aliran lava di daerah kajian tidak memperlihatkan pola morfologi melingkar atau setengah melingkar terkait dengan lokasi-lokasi kemunculan lava. Pola morfologi tersebut kemungkinan berhubungan dengan energi letusan gunung api, lingkungan gunung api dan material gunung api yang dihasilkannya. Merujuk pada struktur batuan yang terbentuk menunjukkan aliran lava berstruktur bantal, sehingga aliran lava terbentuk pada kondisi di dalam tubuh air atau di bawah permukaan air. Struktur bantal terbentuk karena adanya kontak lava panas dengan air ketika ke luar dari konduit gunung api [15], [8].

Aliran lava berstruktur bantal atau dikenal sebagai aliran lava bantal di daerah kajian tersingkap bersama-sama dengan batuan sedimen penyusun Formasi Kebo-Butak berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal (Suroño, dkk, 1992). Lokasi singkapan aliran lava bantal yang dapat ditemukan di wilayah kajian meliputi tiga wilayah desa di Kabupaten Klaten dan satu wilayah desa di Kabupaten Gunungkidul (Gambar 3). Setiap lokasi keberadaan aliran lava memperlihatkan karakter yang relatif sama seperti struktur membantal, membreksi, kesan mengalir, rekahan konsentris, sedangkan perbedaan hanya ditunjukkan pada diameter dan geometri satuan aliran lava (Tabel 1 dan Gambar 4). Secara khusus, penyebutan membantal dan membreksi di sini merujuk pada asal usul terbentuknya yaitu efusif atau lelehan, pendinginan sangat cepat karena massa silikat panas yang keluar dari celah/ rekahan atau dikenal sebagai konduit gunung api bersentuhan langsung dengan tubuh air. Istilah membantal lebih dekat dengan bentuknya seperti bantal (guling), memanjang mirip tabung, sedangkan membreksi lebih menekankan pada bentuk fragmen yang menyudut dalam kungkungan massa batuan yang sama atau lebih dikenal dengan breksi autoklastika. Hal yang terakhir berbeda dengan breksi piroklastika atau breksi gunung api yang terbentuk karena eksplosif atau letusan, komponen fragmen dan matrik berbeda.



Gambar 3. Lokasi singkapan aliran lava bantal di wilayah kajian.

Tabel 1. Lokasi singkapan dan identifikasi aliran lava bantal di wilayah kajian.

No	Wilayah	Koordinat	Identifikasi	Keterangan
1.	Desa Dukuh, Bayat, Klaten	110°39'51,7'' BT 7°47'31,1'' LS	Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, amigdal karbonat, urat kalsit, membreksi, berkulit kaca, blok-blok breksi bersifat koheren, rekahan radier, andesit basal, diameter unit aliran lava bantal 45-100cm, panjang 60-150cm, ukuran fragmen 5-15cm, mengelompok membentuk bukit mencapai 20m, kelerengan kurang 5°.	Singkapan cukup ideal dan segar, tersingkap di tegalan dan halaman rumah
2.	Desa Dukuh, Bayat, Klaten	110°39'49,4'' BT 7°47'25,3'' LS	Permukaan kasar, abu-abu gelap, afanit, meliang/rongga sangat halus, amigdal kalsit, struktur breksi, blok-blok breksi bersifat koheren, basal, diameter unit aliran lava bantal 20-30cm, panjang 30-75cm, ukuran fragmen 5-10cm, lokal mencapai 1,5m.	Singkapan kurang ideal, namun kesan membantal cukup tampak dan lapuk, tersingkap di puncak bukit
3.	Desa Jarum, Bayat, Klaten	110°39'19,0'' BT 7°48'01,1'' LS	Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, membreksi, berkulit kaca, blok-blok breksi bersifat koheren, sangat kompak/pejal, andesit, diameter unit aliran lava bantal 50-90cm, panjang 50-100cm, ukuran fragmen blok 5-25cm, mengelompok membentuk bukit, singkapan mencapai 50m, kelerengan kurang 10°.	Singkapan cukup ideal, segar dan beberapa tampak lapuk/ teralterasi, tersingkap karena erosi sungai
4.	Desa Jarum, Bayat, Klaten	110°39'16,3'' BT 7°48'02,4'' LS	Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, membreksi, blok-blok breksi bersifat koheren, sangat kompak/pejal, andesit basal, diameter unit aliran lava bantal 50-90cm, panjang 50-100cm, ukuran fragmen blok 5-13cm, mengelompok membentuk bukit, singkapan mencapai 25m, kelerengan kurang 10°.	Singkapan kurang ideal, namun kesan membantal cukup tampak dan lapuk/ teralterasi
5.	Desa Gununggajah, Bayat, Klaten	110°40'19,9'' BT 7°46'28,7'' LS	Permukaan kasar, abu-abu gelap, afanit, meliang/rongga halus, amigdal kuarsa, urat kuarsa (1cm & panjang), membreksi, berkulit kaca, blok-blok breksi bersifat koheren, sangat kompak/pejal, andesit basal, diameter unit aliran lava bantal 20-60cm, panjang 50-200cm, ukuran fragmen blok 10-30cm, mengelompok membentuk bukit, singkapan mencapai 20m, kelerengan kurang 10°.	Singkapan kurang ideal, namun kesan membantal sangat tampak dan lapuk/ teralterasi, tersingkap karena galian
6.	Desa Tancep, Ngawen, Gunungkidul	110°39'59,3'' BT 7°47'19,2'' LS	Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, membreksi, blok-blok breksi bersifat koheren, sangat kompak/pejal, andesit, diameter unit aliran lava bantal 20-60cm, panjang 50-120cm, ukuran fragmen blok 15-40cm, mengelompok membentuk bukit, singkapan mencapai 25m, kelerengan kurang 10°.	Singkapan kurang ideal, namun kesan membantal cukup tampak dan lapuk, tersingkap karena erosi sungai
7.	Desa Tancep, Ngawen, Gunungkidul	110°40'07,7'' BT 7°47'35,9'' LS	Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, membreksi, berkulit kaca, blok-blok breksi bersifat koheren, sangat kompak/pejal, andesit, diameter unit aliran lava bantal 20-60cm, panjang 50-100cm, ukuran fragmen blok 25-60cm, mengelompok	Singkapan cukup ideal, segar dan beberapa tampak lapuk, tersingkap karena penggalan, di halaman rumah dan jalan desa

No	Wilayah	Koordinat	Identifikasi	Keterangan
8.	Desa Tancep, Ngawen, Gunungkidul	110°40'07,7'' BT 7°47'24,3'' LS	membentuk bukit, singkapan mencapai 40m, kelerengan kurang 10°. Permukaan kasar, abu-abu cerah, afanit, meliang/rongga halus, membreksi, beberapa blok-blok breksi bersifat koheren, kurang kompak/pejal, andesit, diameter unit aliran lava bantal 15-50cm, panjang 20-60cm, ukuran fragmen blok 25-50cm, mengelompok membentuk bukit, singkapan mencapai 10m, kelerengan kurang 10°.	Singkapan kurang ideal, namun kesan membantal cukup tampak dan sangat lapuk/ teralterasi, tersingkap halaman rumah dan tegalan, jalan setapak



Gambar 4. Aliran lava bantal di wilayah kajian (urutan foto sesuai dengan Tabel 1).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan adanya kesesuaian karakter atau ciri-ciri pembekuan cepat dan terjadinya pembekuan pada lingkungan air atau di dalam tubuh air. Karakter tersebut diperlihatkan dengan kehadiran gelas dalam jumlah yang melimpah dan juga beberapa telah mengalami devitrifikasi, ukuran mineral sangat halus umumnya kurang dari 0,1mm, beberapa dijumpai mineral dengan ukuran cukup besar yang hadir sebagai fenokris (mencapai 1mm), teksur vitrik-afanit-porfiro afanit dan menunjukkan tekstur khusus subofitik. Beberapa contoh sayatan tipis memperlihatkan penjajaran mineral halus atau struktur aliran, struktur

amigdaloidal kalsit dan kuarsa sebagai mineral sekunder. Struktur amigdaloidal ini mengisi liang-liang atau rongga bekas keluarnya gas pada waktu pembekuan, dan amigdal kuarsa hanya dijumpai di Desa Gununggajah (LP-05), hal ini kemungkinan dekat dengan tubuh batuan intrusi diorit mikro, sedangkan amigdal kalsit kemungkinan berhubungan dengan pelarutan unsur karbonat. Komposisi mineral primer umumnya disusun oleh plagioklas (bitownit-andesin), klinopiroksin (augit), opaq, dalam massa dasar mineral afanit dan gelas (basal – andesit basal). Di sisi lain, analisis geokimia batuan (LP-01 dan LP-07) memberikan gambaran afinitas magma kapur alkali menengah, hal ini merujuk pada unsur oksida utama  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  yaitu berkisar antara  $\text{SiO}_2 = 52\text{-}53\%$  berat dan  $\text{K}_2\text{O} = 0,7\text{-}1,0\%$  berat. Karakteristik magma tersebut menunjukkan terbentuk pada tataan tektonik tertentu menurut Wilson (1989) yaitu subduksi atau aliran lava bantal yang tersingkap di daerah kajian terbentuk pada lingkungan tektonik subduksi dimana magma yang membentuk lava tersebut bukan merupakan magma primer melainkan magma yang telah mengalami diferensiasi.

Berdasarkan kajian lapangan maupun laboratorium di atas memberikan pemahaman bahwa ke delapan aliran lava bantal di daerah kajian terbentuk pada lingkungan air atau daerah kajian pada waktu Oligosen Akhir – Miosen Awal masih di bawah permukaan air. Lava dihasilkan oleh erupsi gunung api yang bersifat meleleh, di pihak lain [5], [6] menyatakan bahwa lava adalah gunung api, artinya lava dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi/posisi kawah purbanya. Hal ini dikarenakan lava keluar dan mengalir dari kawah, alirannya dekat atau mengendap di sekitar mulut kawahnya dibandingkan dengan bahan piroklastika hasil erupsi meletus yang diendapkan jauh dari kawahnya. Pembentukan lava bantal atau struktur bantal merupakan fungsi dari kecepatan pendinginan dengan kecepatan aliran, artinya membeku sangat cepat dan mengalir sangat lambat. Air merupakan faktor utama dalam pembentukan lava bantal terkait variabel pembekuan cepat dan aliran lambat yang bertentangan dengan tingkat viskositas magma maupun lava. Lava yang mempunyai viskositas rendah akan mengalir cepat di daratan, namun sebaliknya bila terjadi di dalam atau di bawah permukaan air. Hal tersebut jelas akan terjadi penurunan temperatur secara spontan, sehingga menghasilkan pengkerutan, rekahan atau kekar radier, aliran lava akan mengalami tambahan tekanan hidrostatika yang memperlambat laju pergerakannya dan terbentuknya rongga/ struktur meliang berukuran halus karena pergerakan keluarnya gas tertahan. Faktor lain yang akan mempengaruhi adalah kedalaman tubuh air. Oleh sebab itu, aliran lava bantal yang muncul di daerah kajian dihasilkan oleh sumber/kawah yang tidak jauh dari lava bantal tersingkap atau lokasi tersebut sebagai pusat erupsi purbanya. Secara stratigrafi gunung api, lava bantal di wilayah kajian menempati fasies pusat atau menempati satuan stratigrafi gunung api Gumuk. Satuan ini menggambarkan adanya kegiatan gunung api di bawah permukaan air yang menghasilkan lava bantal yang kemudian mati dan tidak tumbuh menjadi tubuh gunung api yang besar, atau sering dikenal sebagai gunung api monogenik.

Keluarnya massa silikat panas ke permukaan bumi difasilitasi oleh tektonik yang menghasilkan kekar, rekahan, lipatan, patahan dan gunung api dalam skala lokal maupun global. Kajian data sekunder terkait pernyataan sebelumnya di daerah kajian dan sekitar dijumpai sesar Trembono yang berarah timurlaut – baratdaya [12], [10]. Di pihak lain, [4], [7] menyatakan bahwa keluarnya magma ke permukaan bumi yang membentuk lava bantal di jalur Sukoharjo – Wonogiri, Jawa Tengah dan jalur Kali Opak, Yogyakarta melalui celah/rekahan atau mengikuti pola patahan atau dikenal sebagai erupsi celah (*fissure eruption*). Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut, aliran lava bantal andesit yang muncul di wilayah kajian kemungkinan mengikuti pola patahan atau sejajar dengan pola patahan yang sama sebagai erupsi celah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian data sekunder, analisis lapangan dan analisis laboratorium, aliran lava bantal berkomposisi basal – andesit yang tersingkap di wilayah kajian tersebar secara berpola relatif utara utara timur – selatan selatan barat (UUT – SSB) menempati fasies pusat sebagai satuan stratigrafi gunung api Gumuk Gununggajah, Gumuk Jarum, Gumuk Dukuh, dan Gumuk Tancep.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua STTNAS yang telah membiayai mengikuti seminar nasional ini, dan kepada Panitia ReTII ke 13 STTNAS yang telah menerima makalah dan mempublikasikannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bronto, S., 2011. Identifikasi Gunung Api Purba Pendul di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten-Jawa Tengah. J.S.D.Geol. Vol. 20 No. 1 Februari 2011.
- [2] Bronto, S., Pambudi, S., Hartono, G., dan Purwanto, D. 2002. The Genesis of Volcanic Sandstones Associated with Basaltic Pillow Lava: A Case Study at the Jiwo Hills, Bayat Area (Klaten-Central Java). Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral, XII (3) hal: 2-16.

- [3] Bronto, S., Partama, Hartono, dan Sayudi. 1994. Penyelidikan Awal Lava Bantal Watuadeg, Bayat, dan Karangsembung, Jawa Tengah. *Proceedings Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*. Hal 143-150.
- [4] Hartono, G., 2008, Gumuk gunung api purba bawah laut di Tawang Sari - Jomboran, Sukoharjo - Wonogiri, Jawa Tengah, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 3, No. 1, hal 37 - 48.
- [5] 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).
- [6] Hartono, G., 2010b. Petrologi Batuan Beku dan Gunung Api. Unpad Press, Bandung.
- [7] Hartono, G., 2010c. Hubungan Genesis Kemunculan Gunung Api Purba Dengan Sesar Kali Opak di Sepanjang Zona Sesar Berbah Sleman – Imogiri Bantul, Yogyakarta. *Prosiding Kopertis Wil. V*. Yogyakarta.
- [8] McPhie, J., Doyle, M., dan Allen, R. 1993. *Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*, University of Tasmania, Australia, 196h
- [9] Prasetyadi, C. 2007. *Evolusi Tektonik Paleogen Jawa Bagian Timur*. Disertasi, Program Doktor Teknik Geologi. Institut Teknologi Bandung. Tidak diterbitkan.
- [10] Sudarno. 1997. *Kendali Tektonik Terhadap Pembentukan Struktur Pada Batuan Paleogen dan Neogen di Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sekitarnya*. Thesis Magister Teknik, Institut Teknologi Bandung. Tidak diterbitkan.
- [11] Surono. 2008. Litostratigrafi dan Sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah Bagian Selatan. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol.3 No. 4: 183-193.
- [12] Surono., Toha, B., dan Sudarno, I. 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [13] Van Bemmelen. R.W. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol I A*. Government Printing office. Martinus Nijhoff. The Hague, 732h.
- [14] Wilson, M. 1989. *Igneous Petrogenesis*. Department of Earth Sciences, University of Leeds. Springer: Belanda.
- [15] Yamagishi, H. 1987. *Studies of The Neogene Subaqueous Lavas and Hyaloclastites in Southwest Hokkaido*. Report of The Geological Survey of Hokkaido No. 59. H.56-117.