

STUDI AWAL MENGENAI GUNUNG API PURBA DI KECAMATAN NGAWEN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA SERTA APLIKASINYA DALAM MITIGASI BENCANA GUNUNG API PADA MASA SEKARANG

Muhammad Dzulfikar Faruqi¹

Faiz Akbar Prihutama²

Agus Harjanto³

¹Mahasiswa Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta,

²Mahasiswa Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta,

³Dosen Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

Email: ¹dzulfikarfrq@gmail.com, ²faizakp8@gmail.com

³aharjanto69@yahoo.com

ABSTRAK

Gunung api merupakan tempat magma keluar ke permukaan bumi menjadi lava. Gunung api purba merupakan fosil gunung api yang berumur Tersier atau lebih. Berdasarkan bentuk bentang alam dan asosiasi batuan penyusun, kerucut gunung api dibagi menjadi fasies sentral, proksimal, medial, dan distal. Pembagian ini dapat dimanfaatkan dalam pencarian sumber baru di bidang energi dan mineral, tata kelola lingkungan kebumian, serta mitigasi bencana gunung api. Daerah penelitian berada di Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode analisis citra, analisis jenis litologi, serta analisis struktur geologi. Daerah penelitian masuk dalam Formasi Semilir yang terdiri dari litologi berupa batupasir tufan, batulanau, batulempung, tuff, serta breksi dengan fragmen andesit. Fasies gunung api yang berkembang yaitu fasies proksimal hingga fasies distal. Dari data primer struktur geologi daerah penelitian didapatkan struktur yang didominasi sesar normal berarah barat-timur, serta kekar dengan tegasan barat laut-tenggara dan utara-selatan. Penelitian ini diharapkan mampu berkontribusi dalam penelitian lanjutan mengenai gunung api purba serta membantu dalam mitigasi gunung api pada masa sekarang.

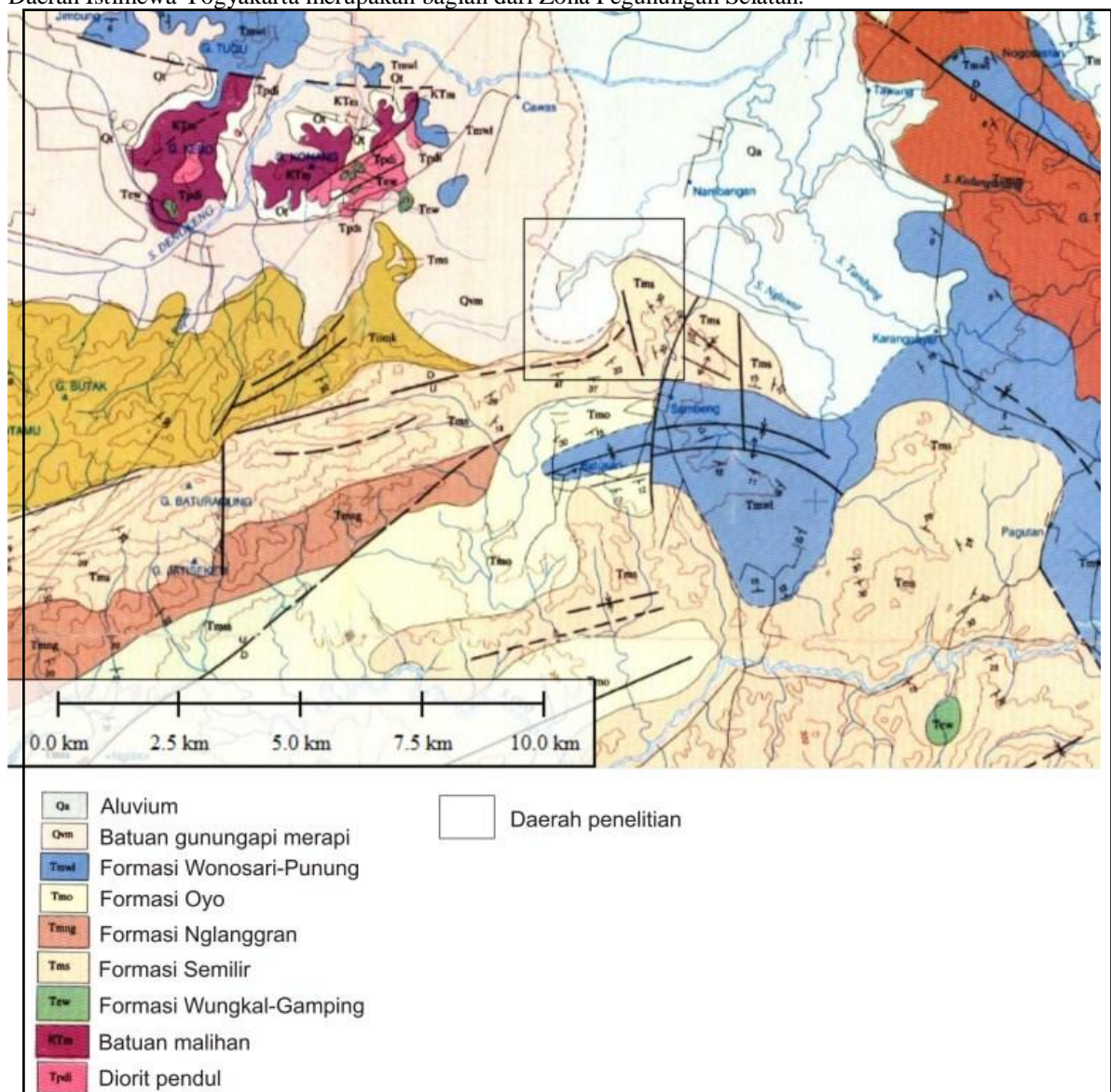
Kata kunci: fasies gunung api, mitigasi, Ngawen.

I. Pendahuluan

Latar Belakang

Gunung api merupakan tempat magma keluar ke permukaan bumi menjadi lava. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak gunung api. Hingga tahun 2017, tercatat 127 gunung api yang tersebar di Indonesia. Selain gunung api aktif, Indonesia juga memiliki gunung api yang sudah tidak aktif serta gunung api purba yang berumur Tersier atau lebih. Berdasarkan umur geologi, kegiatan gunung api di Indonesia paling tidak sudah dimulai sejak Zaman Kapur Atas atau sekitar 76 juta tahun yang lalu (Ngkoimani, 2005) hingga masa kini. Namun, hingga saat ini sedikit sekali ahli kebumihan yang tertarik mendalami ilmu tentang gunung api atau vulkanologi. Akibatnya, walaupun Indonesia memiliki banyak gunung api, namun hanya sedikit ahli ilmu kebumihan yang tertarik mendalaminya, maka dapat dikatakan bahwa kita tidak menjadi pakar di daerahnya sendiri. Penelitian mengenai gunung api ini dapat bermanfaat dalam pencarian sumber baru di bidang energi dan mineral, penataan lingkungan, serta mitigasi bencana gunung api.

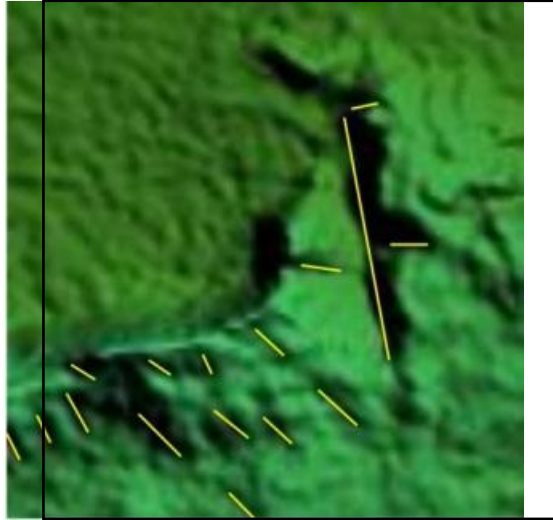
Daerah penelitian (Gambar 1) yang terletak di Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan bagian dari Zona Pegunungan Selatan.



Gambar 1. Peta Geologi daerah penelitian (disederhanakan dari Surono dr., 1992)

Terdapat kelurusan yang berpola radier mengikuti kelerengan (Gambar 2). Diduga kelurusan ini merupakan struktur geologi yang bukan disebabkan oleh deformasi tektonik, melainkan struktur yang

terbentuk oleh aktivitas gunung api. Oleh sebab itu, penulis ingin mengkaji tentang keberadaan gunung api purba yang terdapat di daerah penelitian.



Gambar 2. Kelurusan-kelurusan (garis kuning) dilihat dari citra SRTM.

Karakteristik endapan gunung api purba yang khas, dapat dijadikan dasar dalam menentukan mitigasi bencana yang mungkin diterapkan untuk mitigasi bencana gunung api masa kini.

Geologi Regional dan Studi Pustaka

Pegunungan Selatan, Jawa Tengah, merupakan wilayah yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas vulkanisme, yang dibuktikan dengan banyak ditemukannya batuan hasil aktivitas gunung api. Soeria-Atmadja dr. (1994) melakukan penelitian batuan gunungapi Tersier di Pulau Jawa dan menyimpulkan keberadaan dua buah busur magma berumur Eosen - Miosen Awal dan Miosen Akhir - Pliosen. Sementara itu, kegiatan vulkanisme secara jelas dapat diamati sejak Kala Oligosen, yaitu saat pembentukan Formasi Kebo-Butak hingga Kala Miosen dan pembentukan Formasi Oyo.

Di pihak lain, Surono dr. (1992) menyatakan stratigrafi Pegunungan Selatan diawali dari pengendapan Batuan Malihan (KTm), Formasi Gamping-Wungkal (Tew) yang secara tidak selaras ditindih Formasi Kebo-Butak (Tomk), dan Formasi Mandalika (Tomm). Selaras di atasnya berkembang Formasi Semilir (Tms), Formasi Nglanggran (Tmng), dan Formasi Sambipitu (Tmss). Ketiga formasi tersebut berhubungan secara menjemari. Selanjutnya, secara tidak selaras diendapkan Formasi Oyo (Tmo) yang menjemari dengan Formasi Wonosari (Tmwl). Kemudian formasi-formasi tersebut diterobos batuan beku diorit (Tpd).

Hartono (2000) dan Hartono dan Syafri (2007) menyatakan bahwa batuan gunung api yang menyusun Zona Pegunungan Selatan Yogyakarta dan sekitarnya paling sedikit dihasilkan oleh lima pusat erupsi purba. Di pihak lain, Bronto (2007) membagi keberadaan fosil gunung api menjadi empat kelompok, yaitu (1) Kelompok Gunung Api purba Parangtritis - Sudimoro, (2) Kelompok Gunung Api purba Baturagung - Bayat, (3) Kelompok Gunung Api purba Wonogiri - Wediombo, dan (4) Kelompok Gunung Api purba Karangtengah - Pacitan. Surono dr. (1992) yang telah melakukan pemetaan geologi, me-ngelompokkan batuan gunung api tersebut ke dalam Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Wuni, dan Formasi Nglanggran. Formasi Mandalika umumnya tersusun oleh material massif berupa lava dasit - andesit, tuf dasit, dan batuan intrusi diorit. Formasi Semilir tersusun oleh material fragmental berupa tuf berukuran pasir dan lempung, dan breksi pumis dasit. Hubungan stratigrafi antara formasi batuan yang ada menunjukkan hubungan selaras, menjemari, dan hubungan tidak selaras.

Fasies sentral merupakan bukaan keluarnya magma dari dalam bumi ke permukaan. Oleh sebab itu daerah ini dicirikan oleh asosiasi batuan beku yang berupa kubah lava dan berbagai macam batuan terobosan semi gunung api (*subvolcanic intrusions*) seperti halnya leher gunung api (*volcanic necks*), *sill*, retas, dan kubah bawah permukaan (*cryptodomes*) (Bronto, 2006). Fasies proksimal merupakan kawasan gunung api yang paling dekat dengan lokasi sumber atau fasies pusat. Asosiasi batuan pada kerucut gunung api komposit sangat didominasi oleh perselingan aliran lava dengan breksi piroklastika dan aglomerat. Kelompok batuan ini sangat resistan, sehingga biasanya membentuk timbunan tertinggi pada gunung api purba. 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. Sebagai daerah pengendapan terjauh dari sumber, fasies distal didominasi oleh endapan rombakan gunung api seperti halnya breksi lahar, breksi fluviatil, konglomerat, batupasir, dan batulanau. Endapan primer gunung api di fasies ini umumnya berupa tuf.

Pada fasies pusat dan fasies proksimal, struktur geologi yang berkembang adalah sesar normal berpola radier, di fasies medial terbentuk sesar miring sampai sesar geser yang juga berpola radier. Sementara itu di fasies distal dapat terjadi sesar naik dan struktur perlipatan yang berpola konsentris. Pola struktur geologi yang diperkirakan sebagai akibat proses magmatisme dan vulkanisme dapat dicontohkan terjadi di daerah Gunung Ijo, Pegunungan Kulonprogo dan kaki utara-timur Gunung Slamet (Bronto, 2006).

II. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis citra, analisis jenis litologi, analisis umur fosil, serta analisis struktur geologi.

Analisis Citra

Analisis citra ini dilakukan menggunakan citra SRTM. Metode ini dilakukan oleh peneliti terutama untuk memetakan kelurusan-kelurusan yang diduga merupakan struktur geologi seperti sesar. Dengan analisis citra ini penelitian dapat dilakukan dengan cepat, mudah, hemat serta terarah.

Analisis Litologi

Penelitian ini diawali dengan membuat penampang stratigrafi terukur di beberapa lokasi terpilih. Pemilihan lokasi berdasarkan kondisi singkapan. Penentuan jenis batuan dilakukan berdasarkan analisis sayatan tipis. Bertujuan untuk mengetahui nama batuan dan dari presentase fosil maupun mineral yang terkandung dalam batuan dengan bantuan mikroskop polarisasi. Kemudian menentukan fasies gunungapi berdasarkan klasifikasi Bogie & MacKenzie (1998).

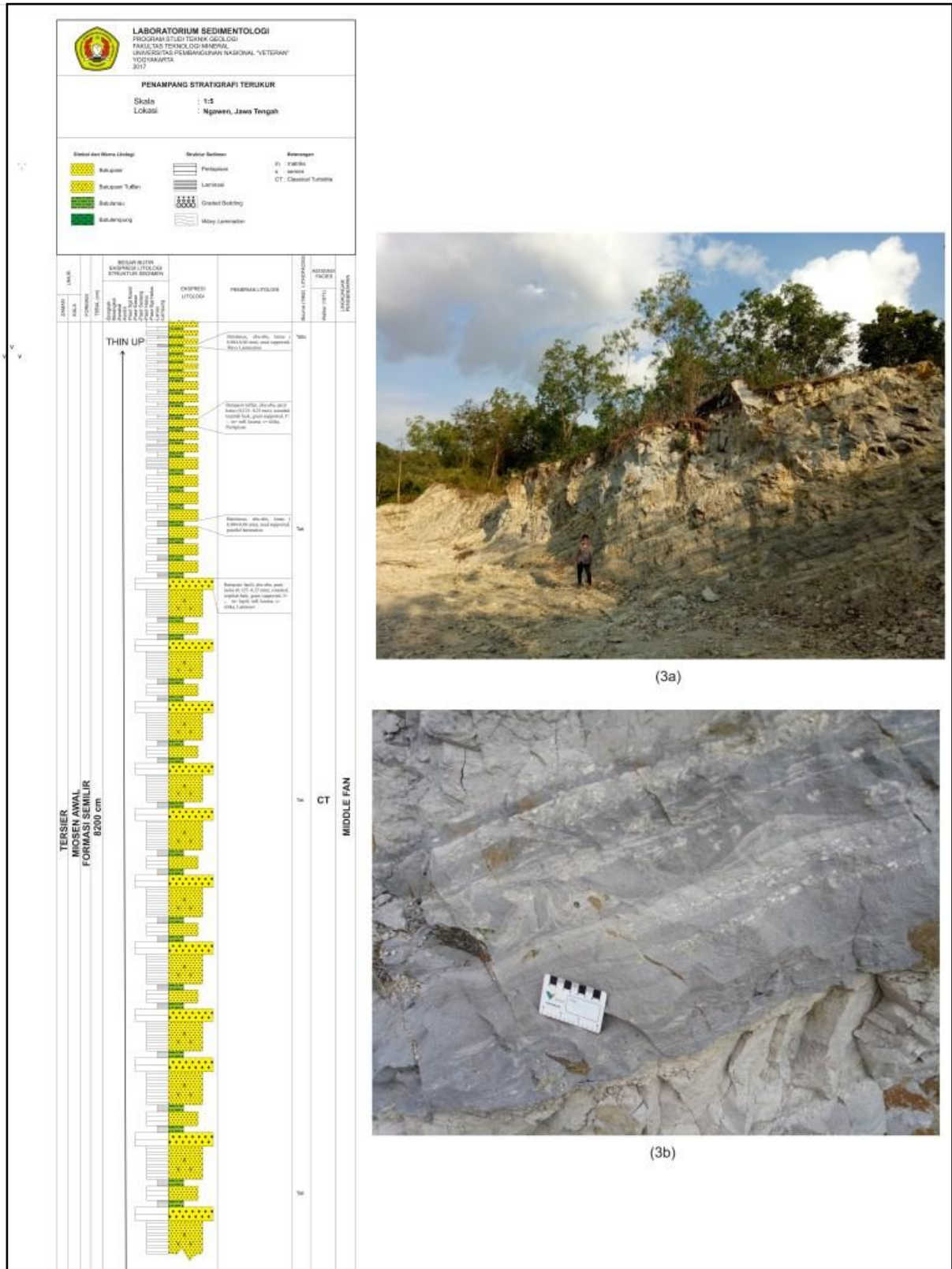
Analisis Struktur Geologi

Analisis struktur geologi diawali dengan pengambilan data-data struktur geologi yang meliputi data-data sesar dan kekar. Kemudian mengolahnya dengan aplikasi *Dips versi 6.0* untuk menentukan pergerakan sesar serta menentukan namanya berdasarkan klasifikasi Rickard, 1972.

III. Hasil Penelitian

Stratigrafi Terukur

Lokasi pengukuran stratigrafi terukur terletak pada koordinat x: 469080; y: 9137101, dan pada ketinggian 200 meter di atas permukaan laut (dpl) di kaki bagian luar struktur setengah melingkar tinggian di daerah Sambirejo, Ngawen, Gunung Kidul. Secara umum, daerah penelitian tersusun oleh perselingan batuan berukuran lanau hingga pasir halus yang mayoritas mengandung *tuff* dan lapili. Namun di beberapa titik juga ditemukan batulempung yang berwarna abu-abu kehitaman. Perlapisan batuan ini memiliki kedudukan yang berkisar antara N338°E/50° sampai dengan N8°E/34°. Secara stratigrafis, perlapisan batuan tersebut termasuk ke dalam Formasi Semilir. Ketebalan setiap perlapisan batuan bervariasi mulai dari 5-30 cm, dan ada yang mencapai 53 cm, sedangkan ketebalan keseluruhan mencapai 82 m (Gambar 3). Struktur sedimen yang berkembang berupa perlapisan, *parallel lamination*, *wavy lamination*, *graded bedding* dan *convolute lamination*, serta memperlihatkan kecenderungan menipis ke atas.



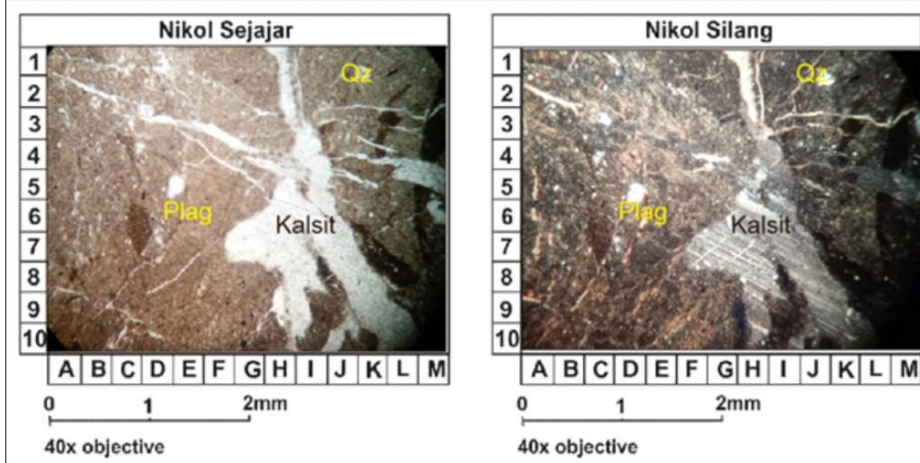
Gambar 3. Penampang stratigrafi terukur di daerah penelitian. (3a) Singkapan perselingan batupasir tufan dengan batuanau tufan. (3b) Struktur sedimen, *convolute lamination*.

Perlapisan batuan klastika gunung api terdiri dari batulempung, batupasir tufan, batupasir lapili, *accretionary lapilli*, breksi vulkanik, dan juga terdapat lava yang bersifat andesitik. Seluruh batuan

gunung api tidak bersifat karbonatan. Struktur sedimen yang berkembang pada batuan berukuran lempung cenderung laminasi, sedangkan pada batuan berukuran pasir cenderung *massif*, *graded bedding*, dan perlapisan. Batuan yang berukuran lempung memperlihatkan pecahan yang konkoidal.

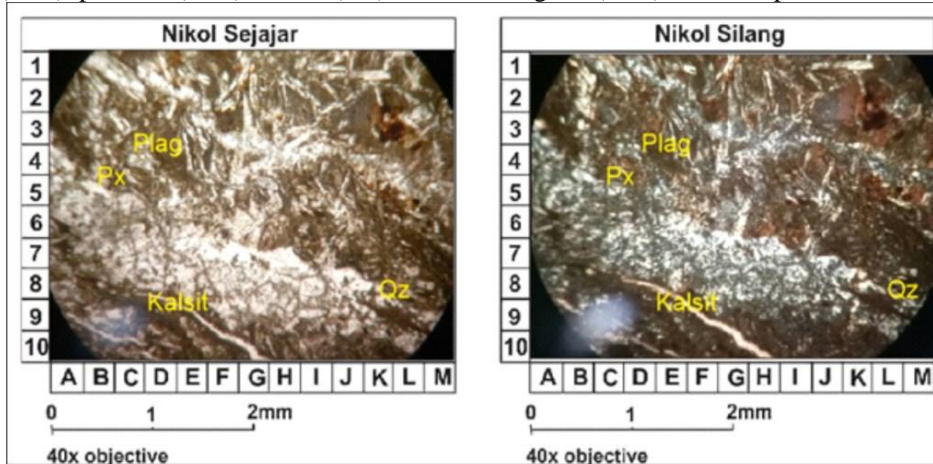
Data Petrografi

Data petrografi batuan sedimen silisiklastik, *batulempung* (Gambar 4a); warna coklat; bertekstur klastik, ukuran butir lempung ($<1/256$ mm); didukung oleh mud; bentuk butir -; terpilah -; kontak butiran -; disusun oleh mineral Lempung (96%), Plagioklas (2%), Kuarsa (2%), serta terdapat urat-urat kalsit.



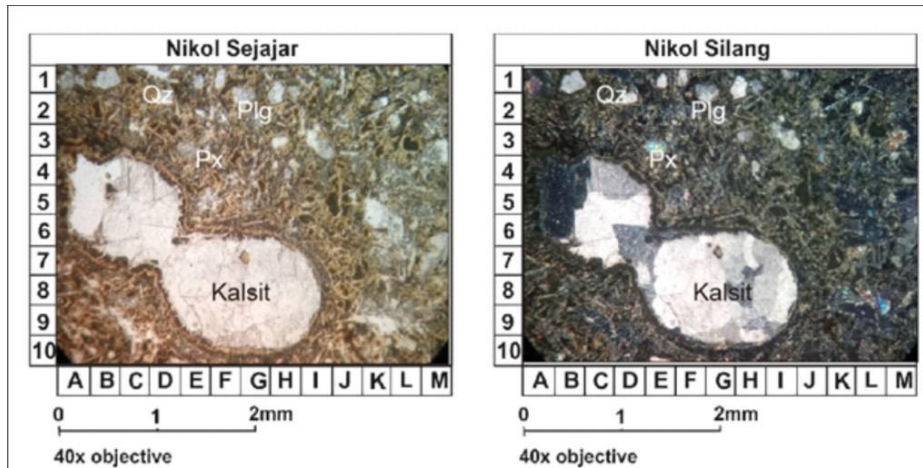
Gambar 4a. Sayatan tipis batuan Sedimen Silisiklastik, **batulempung**; warna coklat; bertekstur klastik, ukuran butir Lempung ($<1/256$ mm); didukung oleh mud; bentuk butir -; terpilah -; kontak butiran -; disusun oleh mineral Lempung (96%), Plagioklas (2%), Kuarsa (2%), serta terdapat urat-urat kalsit.

Lava yang berkomposisi *Andesit-Basaltik* (Gambar 4b); warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitas hipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus sub-diabasik; disusun oleh plagioklas (46%), piroksen (12%), kuarsa (3%), massa dasar gelas (39%), dan terdapat urat-urat kalsit.



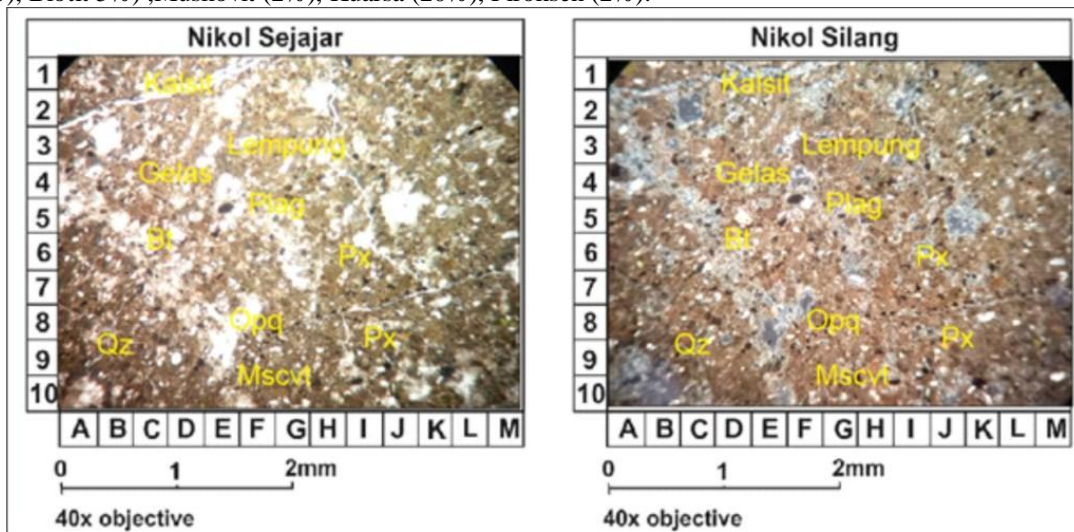
Gambar 4b. Sayatan tipis batuan beku basa vulkanik, **Basalt**; warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitas hipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus sub-diabasik; disusun oleh plagioklas (46%), piroksen (12%), kuarsa (3%), massa dasar gelas (39%), dan terdapat urat-urat kalsit.

Sayatan tipis batuan beku basa hipabasal, *Diabas* (Gambar 4c); warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitas hipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus diabasik; disusun oleh plagioklas (46%), piroksen (12%), kuarsa (3%), massa dasar gelas (39%), serta terdapat lubang-lubang gas yang terisi kalsit (amigdaloidal).



Gambar 4c. Sayatan tipis batuan beku basa hipabisal, **Diabas** ; warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitashipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0.3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus diabasik; disusun oleh plagioklas (46%), piroksen (12%), kuarsa (3%), massa dasar gelas (39%), serta terdapat lubang-lubang gas yang terisi kalsit (amigdaloidal).

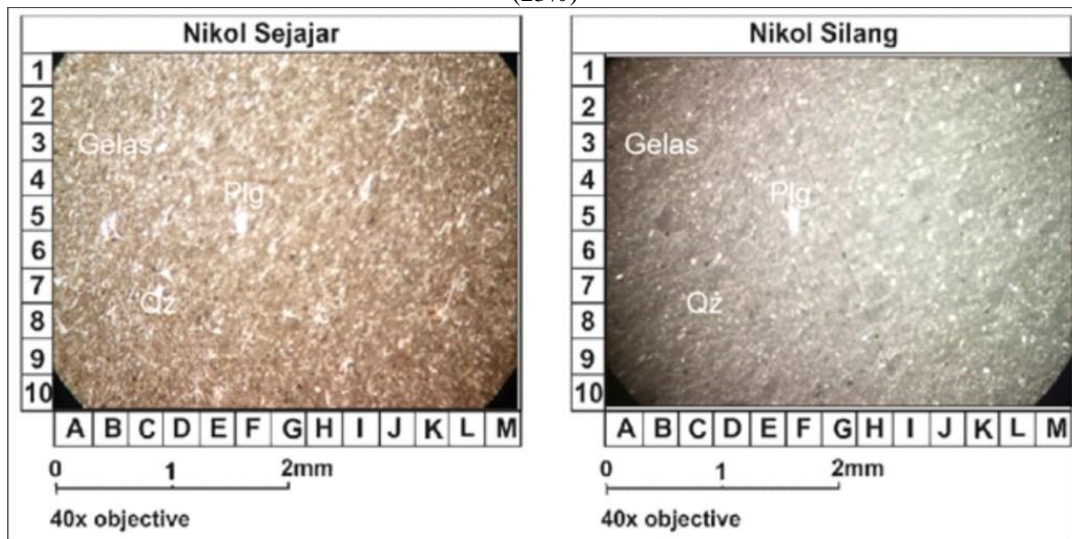
Sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik, *Volcanic Wacke* (Gambar 4d); warna Coklat; bertekstur klastik, ukuran butir lempung – pasir halus; didukung oleh matriks; bentuk butir membundar; terpilah baik; kontak butiran mengambang; disusun oleh mineral Lempung (30%), Plagioklas (20%), Gelas (10%), Biotit 5%) ,Muskovit (2%), Kuarsa (20%), Piroksen (2%).



Gambar 4d. Sayatan tipis batuan Sedimen Silisiklastik, **Volcanic Wacke** ; warna Coklat; bertekstur Klastik, ukuran butir Lempung – Pasir Halus; didukung oleh Matriks; bentuk butir Membundar; terpilah baik; kontak butiran *mengambang*; disusun oleh mineral Lempung (30%), Plagioklas (20%), Gelas (10%), Biotit 5%) ,Muskovit (2%), Kuarsa (20%), Piroksen (2%).

Data petrografi batupasir tufan (gambar 4e) menunjukkan tekstur klastik, ukuran butir pasir halus (1/4 – 1/8 mm); didukung oleh matriks; bentuk butir menyudut - membundar; terpilah baik; kontak butiran -; disusun oleh Gelas (50%), Plagioklas (27%) dan Kuarsa

(23%)

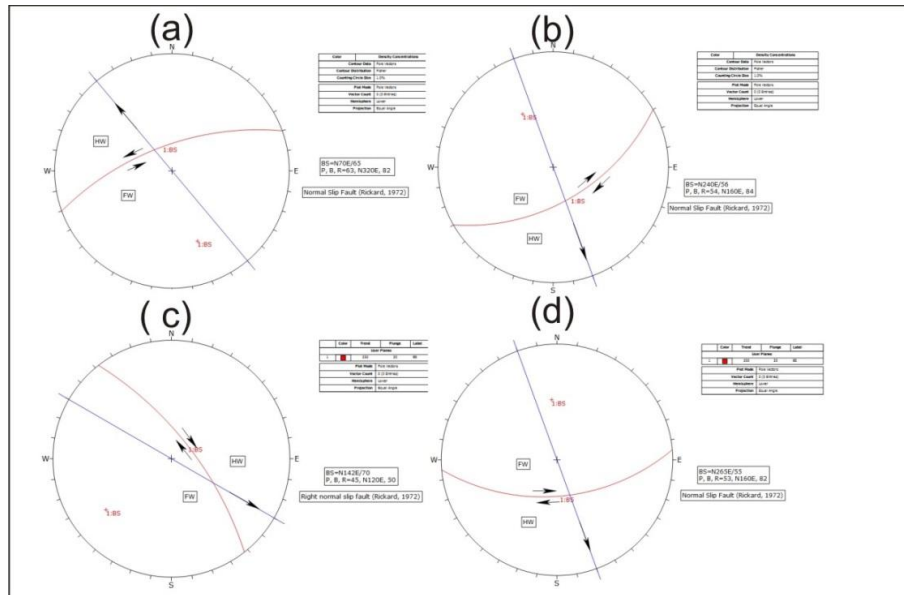


Gambar 4e. Sayatan tipis **batupasir tufan** menunjukkan tekstur klastik, ukuran butir pasir halus ($1/4 - 1/8$ mm); didukung oleh matriks; bentuk butir menyudut - membuldar; terpilah baik; kontak butiran -; disusun oleh Gelas (50%), Plagioklas (27%) dan Kuarsa (23%).

Struktur Geologi

Berdasarkan pengamatan melalui citra SRTM (Gambar 2), didapatkan kelurusan-kelurusan yang berpola radier mengelilingi lereng tinggian, yang sebelumnya diperkirakan sebagai sesar. Setelah melakukan *field check*, ternyata benar bahwa kelurusan-kelurusan tersebut adalah sesar. Sesar yang dijumpai di daerah penelitian berjumlah 4 satuan di 3 *stopsite* yang mana setelah dianalisa menggunakan aplikasi Dips versi 6.0 didapatkan hasil berupa sesar turun dan sesar turun geser.

Sesar 1 (Gambar 5a) pada *stopsite* pertama memiliki kedudukan $N70^{\circ}E/65^{\circ}$ pada litologi batupasir tufan. Data *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 63° , $N320^{\circ}E$, dan 82° . Setelah dilakukan analisa menggunakan aplikasi Dips versi 6.0 maka didapatkan nama sesar yaitu sesar turun atau *normal slip fault* berdasarkan klasifikasi Rickard, 1972. Sesar 2 (Gambar 5b) masih terletak pada *stopsite* pertama, yang memiliki kedudukan $N240^{\circ}E/56^{\circ}$ pada litologi batupasir tufan, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 54° , $N160^{\circ}E$, dan 84° . Setelah dianalisa didapatkan nama sesar yaitu sesar turun atau *normal slip fault* (Rickard, 1972). Pada *stopsite* kedua dijumpai sesar 3 (Gambar 5c) dengan kedudukan $N142^{\circ}E/70^{\circ}$, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 45° , $N120^{\circ}E$, 50° , yang terletak pada litologi breksi dan batupasir tufan. Setelah dilakukan analisa, didapatkan nama sesar yaitu sesar turun kanan atau *right normal slip fault* (Rickard, 1972). Pada *stopsite* ketiga dijumpai sesar 4 (Gambar 5d) yang terletak pada litologi batupasir tufan dengan kedudukan $N265^{\circ}E/55^{\circ}$, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 53° , $N160^{\circ}E$, 82° . Setelah dianalisa, maka didapatkan nama sesar yaitu sesar turun atau *normal slip fault* (Rickard, 1972).



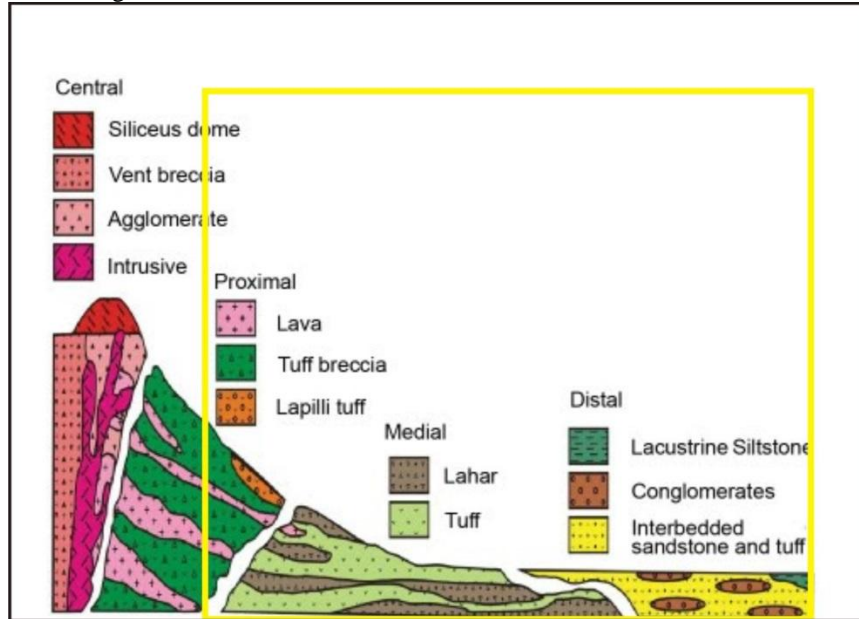
Gambar 5. Analisis sesar menggunakan aplikasi Dips versi 6.0. (a) sesar 1, dengan kedudukan bidang sesar $N70^{\circ}E/65^{\circ}$, (b) sesar 2, dengan kedudukan bidang sesar $N240^{\circ}E/56^{\circ}$, (c) sesar 3, dengan kedudukan bidang sesar $N142^{\circ}E/70^{\circ}$, (d) sesar 4, dengan kedudukan bidang sesar $N265^{\circ}E/55^{\circ}$.

IV. Pembahasan

Daerah penelitian mempunyai morfologi tinggian yang mempunyai bentuk setengah melingkar. Jika dilihat dari Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro (Surono dr., 1992), daerah penelitian termasuk ke dalam satuan Formasi Semilir yang mempunyai litologi batupasir tufan, batulanau, batulempung, *tuff*, lapilli, breksi vulkanik, serta lava andesit-basaltik. Kemiringan lapisan batuan mengikuti kemiringan lereng, yakni berpola radier atau setengah melingkar. Dapat diperkirakan bahwa kemiringan tersebut merupakan kemiringan asli (*initial dip*) yang terbentuk karena adanya aktivitas gunung api sebelumnya. Kerucut gunung api komposit yang semakin terjal ke arah puncak dan semakin landai ke arah kaki disebabkan oleh penumpukan material hasil aktivitas gunung api itu sendiri. Semakin jauh dari sumber, tumpukan bahan erupsi semakin menipis sehingga membentuk topografi yang lebih landai. Akibatnya, material piroklastika yang jatuh bebas akan mengendap mengikuti topografi sebelumnya yang sudah miring. Perlapisan endapan jatuhnya piroklastika membentuk jurus secara umum berpola konsentris, sedangkan kemiringannya semakin landai dari fasies proksimal ke arah fasies distal (Bronto, 2006).

Data litologi yang didapatkan menunjukkan bahwa fasies gunung api yang berkembang di daerah penelitian mulai dari fasies proksimal hingga distal. Hal ini mengacu pada klasifikasi fasies gunung api menurut Bogie & MacKenzie (1998) (Gambar 6). Di daerah penelitian, fasies proksimal ditunjukkan dengan adanya lava yang berkomposisi andesit-basaltik, berwarna hitam keabu-abuan, yang terdapat rongga-rongga yang sudah terisi kalsit dan klorit (*amygdaloidal*). Selain itu, di sekeliling lava juga terdapat breksi vulkanik yang mempunyai fragmen berupa andesit, basalt, dan diabas. Fasies medial ditunjukkan dengan adanya breksi vulkanik yang di atasnya ditumpangi perselingan batuan berukuran lanau hingga pasir halus yang mengandung *tuff* dan lapilli yang mempunyai struktur berkarakter turbidit, yakni *graded bedding* (Ta), laminasi sejajar (Tb), laminasi *convolute* dan laminasi bergelombang (*wavy lamination*) (Tc). Fasies distal dibuktikan dengan ditemukannya *tuff* di daerah penelitian. Ditemukannya ketiga fasies ini menunjukkan bahwa pernah ada aktivitas gunung api di daerah penelitian yang jika dilihat dari litologinya merupakan fase destruktif atau fase perusakan gunung api. Secara vulkanologis, terjadi beberapa kali fase konstruktif (pembentukan gunung api) dan fase destruktif. Berdasarkan petrologi dan vulkanologi, lava basal bantal (Formasi Kebo-Butak) merupakan produk vulkanisme awal berumur Oligosen – Miosen (Fase Konstruktif 1; FK-1) (Hartono, 2009). Berdasarkan umur fosil, Formasi Semilir (Fase Destruktif 1; FD-1) diketahui berumur Oligosen (N4 - N5). Fase konstruktif kedua (FK-2) diwakili oleh Formasi Nglanggran (N5 - N6) dan Formasi Sambipitu (N6 - N8). Oleh sebab itu,

fase pembangunan kedua akan diikuti oleh fase destruktif kedua (FD-2) yang diwakili oleh Formasi Semilir yang tersingkap di daerah Sambeng (N9 - N10) (Hartono, 2009). Maka, daerah penelitian diperkirakan sebagai bukti adanya fase destruktif kedua ini, karena daerah Ngawen letaknya tidak terlalu jauh dari daerah Sambeng.



Gambar 6. Fasies gunung api berdasarkan klasifikasi Bogie, I. dan Mackenzie, K. M. (1998). Kotak berwarna kuning menunjukkan fasies gunung api yang berkembang di daerah penelitian, yakni dari proksimal hingga distal.

Berdasarkan struktur sedimen yang berkarakter turbidit menunjukkan bahwa pengendapan material proklastik terjadi di wilayah laut. Berdasarkan klasifikasi fasies turbidit menurut Walker (1973), maka termasuk kedalam fasies *Classical Turbidites (CT)* yang menunjukkan munculnya struktur *graded bedding*, perlapisan sejajar, dan lapisan bergelombang (*wavy lamination*). Adanya lapisan bersusun (*graded bedding*) menunjukkan terjadinya penurunan arus yang menyebabkan butiran kasar terendapkan terlebih dahulu, kemudian disusul oleh butiran yang berukuran halus. Fraksi yang lebih halus akan lebih lama dalam arus densitas sebagai suspensi. Pengendapan dapat terjadi diatas fraksi kasar yang lebih dulu terendapkan atau dapat pula mengendap pada tempat yang lebih jauh. Pengendapan ini menghasilkan struktur sedimen *current ripple* dan *convolute lamination*. Pada akhir dari siklus sedimentasi material dalam bentuk suspensi terendapkan membentuk struktur sedimen paralel laminasi. Perlapisan batuan yang cenderung menipis ke atas (*thinning upward*) juga menunjukkan bahwa kekuatan arus semakin lemah. Berdasarkan klasifikasi Walker (1984), maka daerah penelitian diperkirakan diendapkan di daerah kipas bawah laut bagian tengah (*midfan*) khususnya pada bagian *smooth portion of suprafan lobes*. Turbidit merupakan petunjuk dari endapan laut dalam yang secara efektif terjadi dibawah dasar arus badai lautan yang tergantung oleh cekungan dan kedalamannya 250-300 m (Walker, 1992).

Citra SRTM menunjukkan adanya kelurusan-kelurusan yang diindikasikan sebagai sesar. Kelurusan tersebut memiliki pola yang radier mengelilingi morfologi tinggian. Dan ternyata benar, setelah dilakukan pengecekan di lapangan, bahwa mayoritas kelurusan-kelurusan tersebut merupakan sesar. Setelah dianalisa menggunakan aplikasi Dips versi 6.0, sesar-sesar tersebut didominasi oleh sesar turun dan sesar turun miring. Sesar turun yang berpola radier menunjukkan bahwa daerah ini merupakan zona fasies proksimal gunung api, hal ini berdasarkan pernyataan Bronto (2006) dalam papernya yang berjudul "Fasies Gunung Api dan Aplikasinya" yang menyatakan bahwa pada fasies pusat dan fasies proksimal struktur geologi yang berkembang memiliki kesamaan yaitu yang berkembang adalah sesar normal berpola radier, di fasies medial terbentuk sesar miring sampai sesar geser yang juga berpola radier. Sementara itu di fasies distal dapat terjadi sesar naik dan struktur perlipatan yang berpola konsentris. Hal ini juga dikuatkan dengan di-temukannya lava, tidak jauh dari keberadaan sesar.

Berdasarkan pada pengamatan mengenai proses dan produk erupsi gunung api aktif masa kini, maka dapat diperkirakan mengenai bahaya gunung api pada setiap fasies gunung api. Berdasarkan data litologi yang diperoleh dari penelitian lapangan dan pengamatan laboratorium, pada fasies sentral, bahaya yang dapat terjadi yaitu hujan abu, gas beracun, awan panas (aliran piroklastika), serta aliran lava. Selain itu, terdapatnya sesar normal yang berpola radier juga mengakibatkan bencana susulan berupa longsor, seperti yang pernah terjadi pada Gunung Merapi yaitu longsoran material vulkanik ke arah selatan hingga 30 km. Kemudian pada fasies medial, kemungkinan bahaya yang terjadi yaitu berupa awan panas, hujan abu, serta aliran lahar, sedangkan pada fasies distal, bahaya gunung api yang mungkin terjadi adalah hujan abu, aliran lahar dan banjir. Informasi ini sangat penting dalam rangka menyusun peta kawasan rawan bencana gunung api yang mempunyai potensi meletus pada masa mendatang dan juga untuk menata lingkungan yang berada disekitar gunung api.

V. Kesimpulan

- Fasies gunung api di daerah Ngawen berkembang mulai dari fasies proksimal, medial, dan distal. Fasies proksimal ditunjukkan dengan adanya lava andesit-basaltik serta breksi. Adanya sesar turun yang radier atau konsentris juga menguatkan berkembangnya fasies proksimal. Fasies medial ditunjukkan dengan adanya breksi vulkanik yang di atasnya ditumpangi perselingan batuan berukuran lanau hingga pasir halus yang mengandung *tuff* dan lapilli yang mempunyai struktur berkarakter turbidit, yakni *graded bedding* (Ta), laminasi sejajar (Tb), laminasi convolute dan bergelombang (*wavy lamination*) (Tc). Fasies distal dibuktikan dengan ditemukannya *tuff* di daerah penelitian.
- Pada setiap fasies gunung api mempunyai potensi karakteristik bencana masing-masing yang dapat digunakan untuk memperkirakan bahaya gunung api yang akan terjadi pada masa mendatang.

Acknowledgements

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing, Bapak Dr. Ir. Agus Harjanto, M.T., yang telah membimbing kami sehingga paper ini dapat terselesaikan dengan baik. Rekan-rekan PetroClan yang senantiasa memberikan dukungan, kritik, dan saran yang membangun untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bogie, I. dan Mackenzie, K. M. 1998. *The application of a volcanic facies models to an andesitic stratovolcano hosted geothermal system at Wayang Windu, Java, Indonesia*. Proceedings of 20th NZ Geothermal Workshop, h.265-276.
- Bronto, S. 2006. *Fasies Gunung Api dan Aplikasinya*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 2 Juni 2006: 59-71.
- Hartono, G. dan S. Bronto. 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 September 2009: 157-165.
- Hartono, G. dan Syafri, I., 2007. *Peranan Merapi untuk Mengidentifikasi Fosil Gunung Api pada "Formasi Andesit Tua": Studi Kasus di Daerah Wonogiri*. Geologi Indonesia: Dinamika dan Produknya, Publikasi Khusus, 2 (33), Pusat Survei Geologi, Bandung, h. 63-80.
- Martodjojo, S. 2003. *Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat*. Penerbit ITB, Bandung, 238h.
- Ngkoimani, L. 2005. *Magnetisasi Pada Batuan Andesit di Pulau Jawa serta Implikasinya Terhadap Paleomagnetisme dan Evolusi Tektonik*. Disertasi Doktor, Fakultas Pasca Sarjana, ITB, Indonesia, 110 h.
- Surono, Sudarno, I., dan Toha, B. 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sudarno, Ign. 1997. *Kendali Tektonik Terhadap Pembentukan Struktur pada Batuan Paleogen dan Neogen di Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sekitarnya*. Tesis Magister, Program Studi Geologi, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Toha, B., R.D Purtyasti, Sriyono, Soetoto, W. Rahardjo dan P. Subagyo. 1994. *Geologi Daerah Pegunungan Selatan, Suatu Kontribusi, dalam Proceedings geologi dan Geotektonik Pulau Jawa Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kwartar*: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik UGM., h. 19 - 36.