

GEOLOGI GUNUNG API PURBA DAN KONTAK FORMASI SEMILIR DENGAN FORMASI OYO DI KECAMATAN NGAWEN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Muhammad Dzulfikar Faruqi¹

Faiz Akbar Prihutama²

Agus Harjanto³

¹Mahasiswa Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, dzulfikarfrq@gmail.com

²Mahasiswa Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, faizakp8@gmail.com

³Dosen Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, aharjanto69@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, penataan lingkungan, 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, analisis umur fosil, 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. Dijumpai kontak Formasi Semilir dengan Formasi X yang berkomposisi batugamping klastik, wackestone-packstone, yang diduga merupakan bagian dari Formasi Oyo. Fasies gunung api yang berkembang yaitu fasies proksimal hingga fasies distal. Penarikan umur fosil menghasilkan umur N11-N12 atau kala Miosen Tengah (Blow, 1969). Dari data primer struktur geologi daerah penelitian didapatkan struktur yang didominasi sesar normal berarah barat-timur serta barat laut – tenggara. Penelitian ini diharapkan mampu berkontribusi dalam penelitian lanjutan mengenai gunung api purba serta membantu dalam mitigasi gunung api pada masa sekarang.

Kata kunci: gunung api purba, kontak formasi, Ngawen.

1. Pendahuluan

1.1. 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. 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.

Dari data lapangan yang didapatkan, juga ditemukan sebuah singkapan yang berdasarkan litologinya diduga termasuk ke dalam Formasi Oyo. Namun, menurut Peta Geologi Lembar Surakarta dan Giritontro (Surono, 1992), pada daerah penelitian hanya terdapat Formasi Semilir saja. Hal ini tentu terdapat ketidaksesuaian. Oleh karena itu, melalui penelitian ini peneliti ingin mencoba mengutarakan pendapat mengenai adanya singkapan Formasi Oyo di daerah penelitian. Sehingga, penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menyelesaikan penelitian-penelitian di kemudian hari dalam rangka mengikuti ilmu kebumihan yang semakin hari semakin berkembang, terutama di regional pegunungan selatan.

1.2. 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 (Tpdi).

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, mengelompokkan 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).

2. Metode Penelitian

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

2.1. 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.

2.2. 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).

2.3. Analisis Umur Fosil

Analisis umur batuan dilakukan berdasarkan kandungan fosil. Fosil yang didapatkan kemudian dianalisis jenisnya meliputi nama *genus* dan *species*. Kemudian menentukan umur batuan menggunakan zonasi Blow, 1969.

2.4. 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.

3. Hasil Penelitian

3.1. 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*, sertamemperlihatkan kecenderungan menipis ke atas.

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.

Ditemukan juga batugamping wackestone dan packstone, dengan warna fresh kuning kecoklatan dan warna lapuk hitam, namun banyak dijumpai warna lapuknya. Terdapat satu perlapisan batugamping di bagian atas yang mempunyai ketebalan 12 m. Batugamping ini terendapkan di atas batuan klastika gunung api.

3.2. 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.

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.

Sayatan tipis batuan beku basahipabisal, *Diabas* (Gambar 4c); 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 butiranmengambang; 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%).

3.3. 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 *stop site* yang mana setelah dianalisa menggunakan aplikasi Dips versi 6.0 didapatkan hasil berupa sesar turun dan sesar turun geser.

Sesar 1 (Gambar 5a) pada *stop site* pertama memiliki kedudukan N70°E/65° pada litologi batupasir tufan. Data *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 63°, N320°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 *stop site* pertama, yang memiliki kedudukan N240°E/56° pada litologi batupasir tufan, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 54°, N160°E, dan 84°. Setelah dianalisa didapatkan nama sesar yaitu sesar turun atau *normal slip fault* (Rickard, 1972). Pada *stop site* kedua dijumpai sesar 3 (Gambar 5c) dengan kedudukan N142°E/70°, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 45°, N120°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 *stop site* ketiga dijumpai sesar 4 (Gambar 5d) yang terletak pada litologi batupasir tufan dengan kedudukan N265°E/55°, dengan *plunge*, *bearing*, *rake* berturut-turut 53°, N160°E, 82°. Setelah dianalisa, maka didapatkan nama sesar yaitu sesar turun atau *normal slip fault* (Rickard, 1972).

3.4. Analisis Fosil

Data analisis Fosil yang didapat menunjukkan batuan yang berumur Miosen Tengah (N11 - N12) dan lingkungan laut Bathial Bawah (500 – 2000 m). Umur tersebut diwakili oleh fosil foraminifera planktonik, yaitu *Orbulina universa*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globorotalia lobata*, *Globorotalia siakensis*, *Globoquadrina altispira*, dan *Globorotalia obessa*. Sedangkan lingkungan laut mengacu pada keberadaan fosil foraminifera bentos *Dentalina guttifera* dan *Nodosaria flintii*.

4. 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.

Berdasarkan struktur sedimen yang berkarakter turbidit menunjukkan bahwa pengendapan material piroklastik 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 kedalaman minimumnya 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 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. Hal ini juga dikuatkan dengan ditemukannya lava, tidak jauh dari keberadaan sesar.

Ditemukannya batugamping (Gambar 7) pada bagian paling atas lapisan menunjukkan perbedaan fase dari aktivitas gunung api. Dapat dimungkinkan bahwa pada saat pengendapan

batugamping, aktivitas dari gunung api sedang menurun. Keberadaan batugamping yang kaya fosil menunjukkan bahwa lingkungan pengendapannya berada di zona Bathial Bawah (500 – 2000 m). Hal ini juga dikuatkan dengan ditemukannya struktur sedimen yang berkarakter turbidit seperti *graded bedding*, laminasi sejajar, laminasi bergelombang, dan *convolute lamination* pada batuan klastika gunung api.

Analisa umur fosil foraminifera planktonik menunjukkan bahwa batugamping di daerah penelitian berumur Miosen Tengah (N11 – N12). Hal ini menunjukkan kesamaan umur dengan Formasi Oyo. Secara tidak selaras Formasi Sambipitu ditutupi oleh Formasi Oyo (Bothe, 1929, Toha dkk., 1994), tetapi menurut Marks (dalam Sudarno, 1997) Formasi Oyo ini menutupi secara selaras membaji di atas Formasi Semilir, Nglanggran dan Sambipitu. Formasi Oyo berumur Miosen Tengah (Toha dkk., 1994).

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Surakarta-Girintontro (Surono drr., 1992), daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Semilir saja, namun setelah ditemukannya batugamping yang berumur Miosen Tengah (N11 – N12) di daerah penelitian, dan dengan kandungan litologi dan fosil yang hampir sama dengan Formasi Oyo, maka peneliti mengusulkan keberadaan Formasi Oyo di daerah penelitian.

5. 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.
- Terdapat singkapan batugamping, Wackestone-Packstone (Dunham, 1962) atau Kalkarenit-kalsilitit (Grabau, 1904), berumur Miosen Tengah (N11 – N12) di daerah penelitian yang diindikasikan merupakan bagian dari Formasi Oyo.

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 Kuartar*: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik UGM., h. 19 - 36.

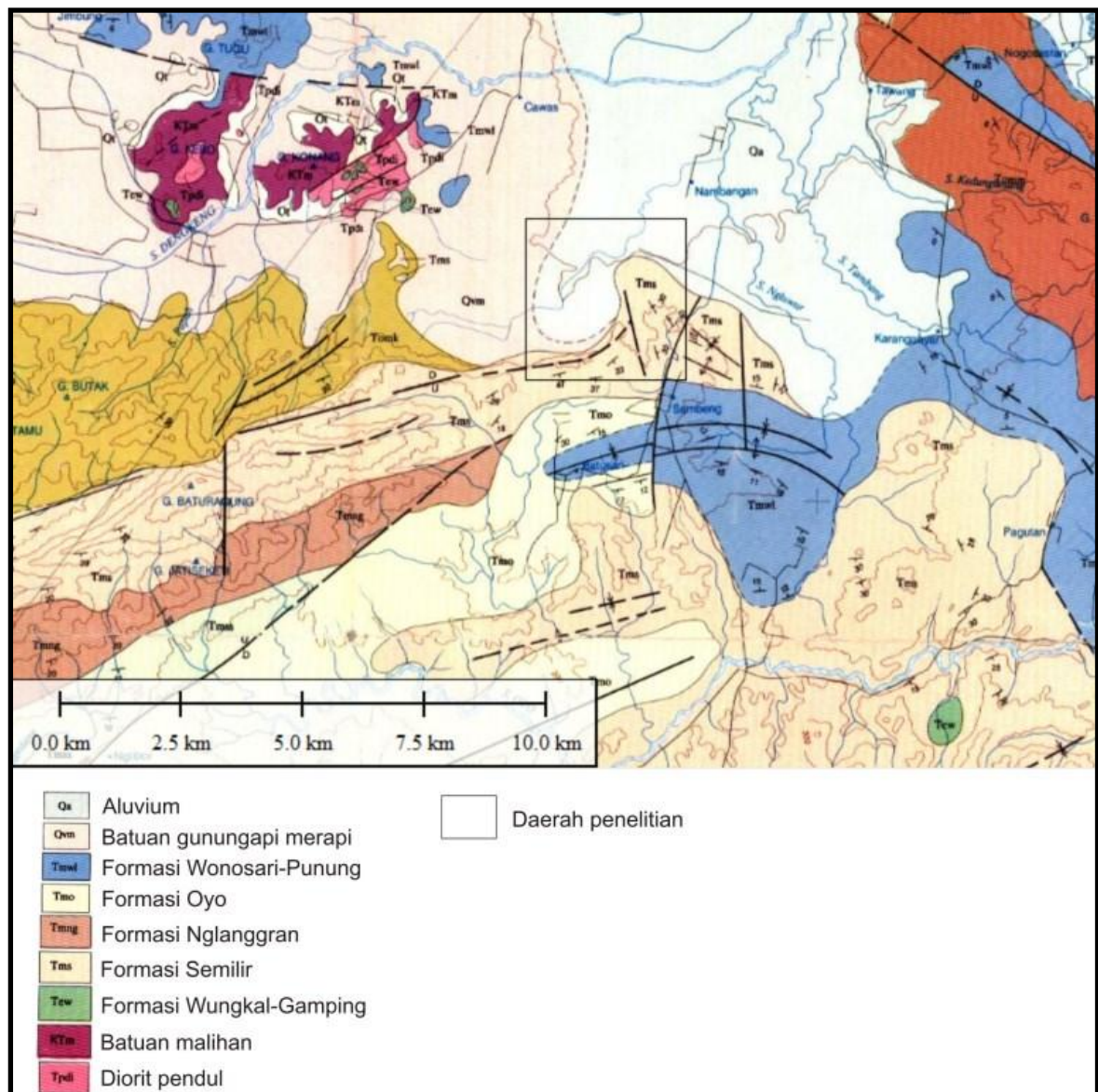
11 – 12 SEPTEMBER 2017; GRHA SABHA PRAMANA

UMUR		OLIGOSEN				MIOSEN														PLIOSEN				PLEISTOSEN	
		P	20	21	22	Awal					Tengah					Akhir				Awal		Akhir			
Foraminifera Planktonik		N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	<i>Orbulina universa</i>																								
2	<i>Globigerina praebulloides</i>																								
3	<i>Globigerinoides conglobatus</i>																								
4	<i>Globorotalia lobata</i>																								
5	<i>Globorotalia siakensis</i>																								
6	<i>Globoquadrina altispira</i>				...																		...		
7	<i>Globorotalia obessa</i>																								

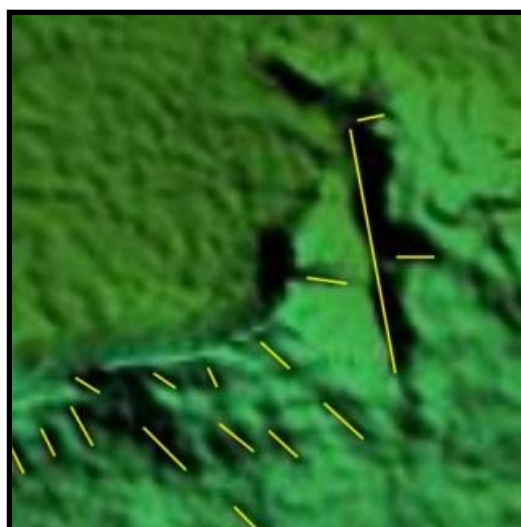
Blow, 1969

Tabel 2. Analisis kedalaman laut fosil foraminifera bentos berdasarkan zonasi Barker (1960).

Lingkungan Batimetri		Transisi	Neritik			Bathial		Abisal	Hadal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah		
Foraminifera Bentonik		0 m	20 m	100 m	200 m	500 m	2000 m	4000 m	
1	<i>Bolivinita quadrilatera</i>						.		
2	<i>Nodosaria flintii</i>						.		
3	<i>Nodosaria calomorpha</i>		.						
4	<i>Lagena elongata</i>						.		
5	<i>Dentalina guttifera</i>						.		
6	<i>Globobulimina pacifica</i>						.		
7	<i>Textularia agglutinans</i>						.		
8	<i>Rheopax spiculifex</i>						.		
Barker, 1960									

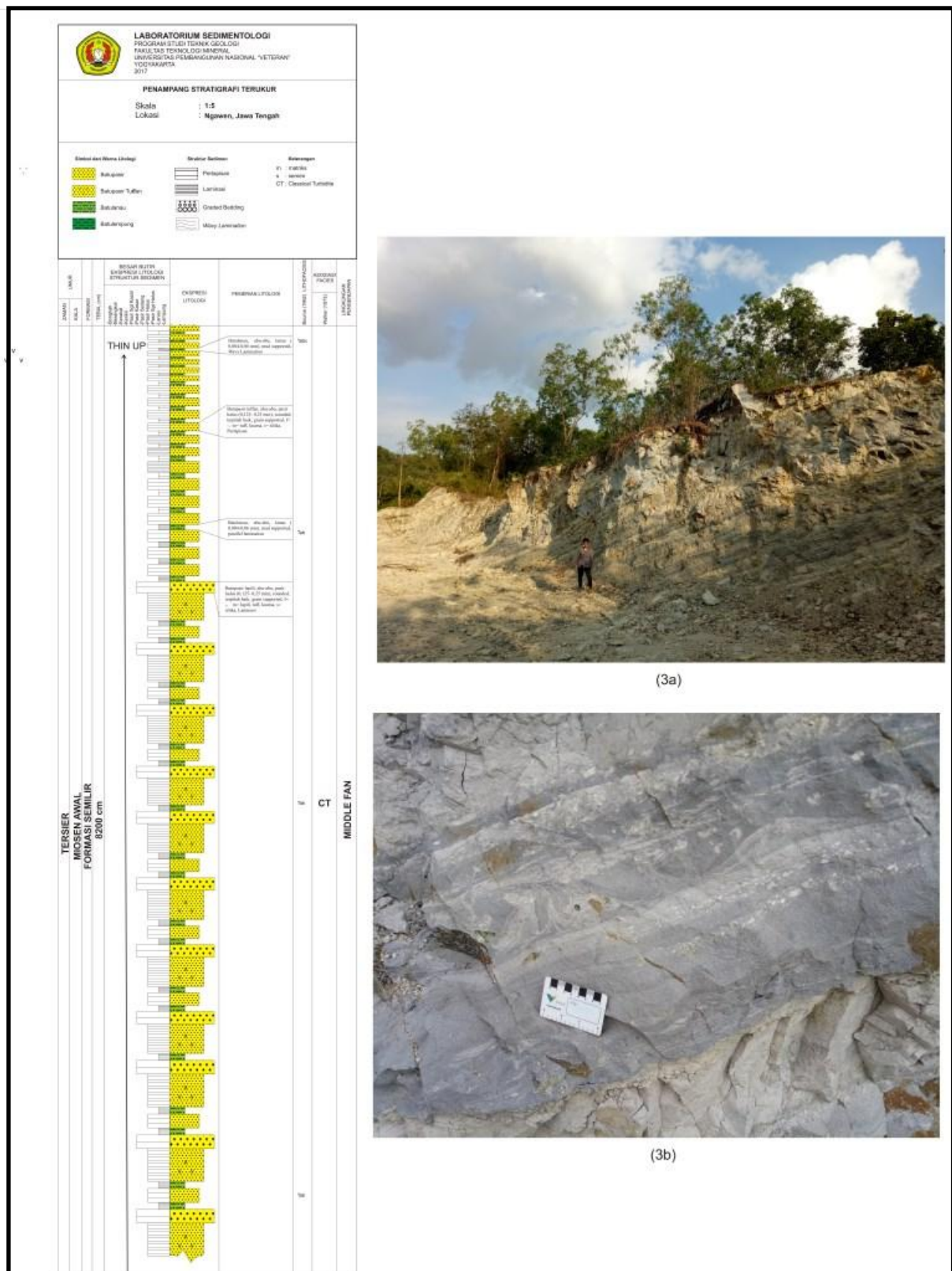


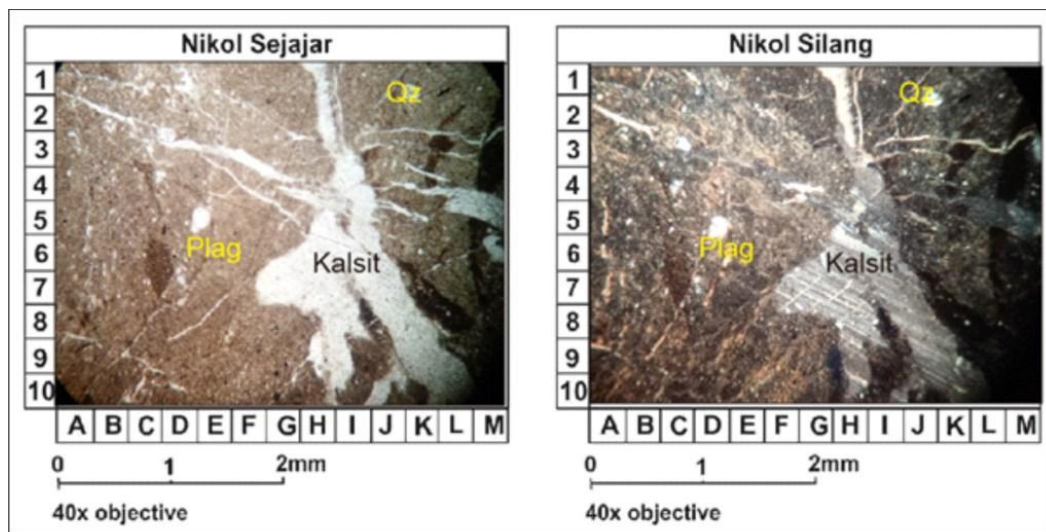
Gambar 1. Peta Geologi daerah penelitian (disederhanakan dari Surono drr., 1992)



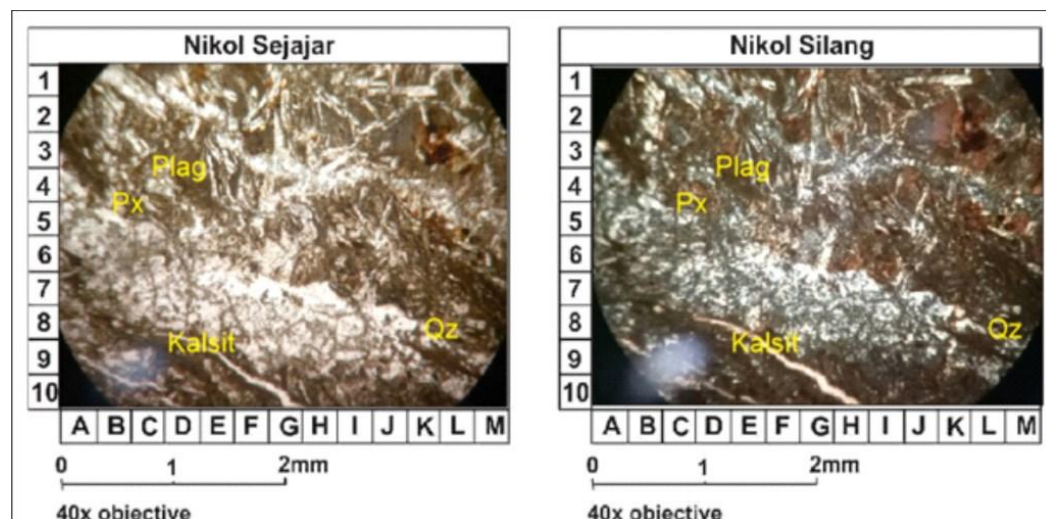
Gambar 2. Kelurusan-kelurusan (garis kuning) dilihat dari citra SRTM.

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-10
PERAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA
11 – 12 SEPTEMBER 2017; GRHA SABHA PRAMANA

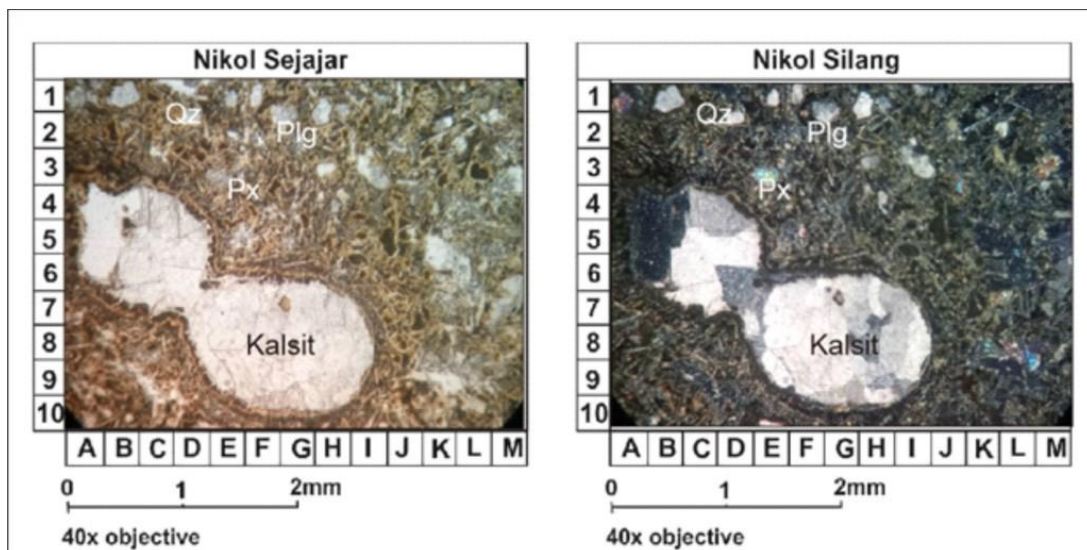




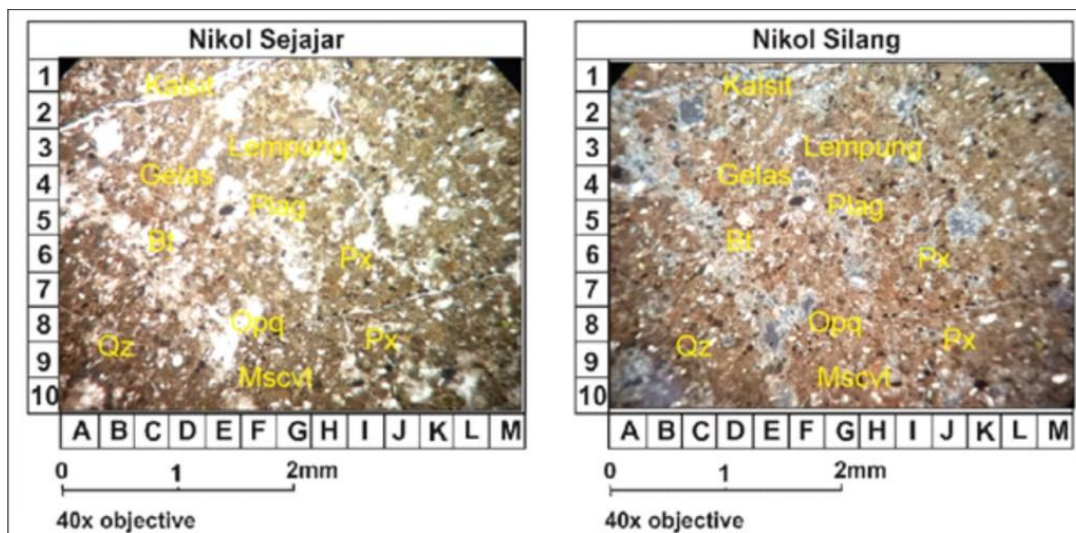
Gambar 4a. Sayatan tipis batuan Sedimen Silisiklastik, **batulempung**; warna coklat; bertekstur klastik, ukuran butir Lempung ($<1/256$ mm); didukung oleh mud; bentuk butir -; terpilah -; kontak butir -; disusun oleh mineral Lempung (96%), Plagioklas (2%), Kuarsa (2%), serta terdapat urat-urat kalsit.



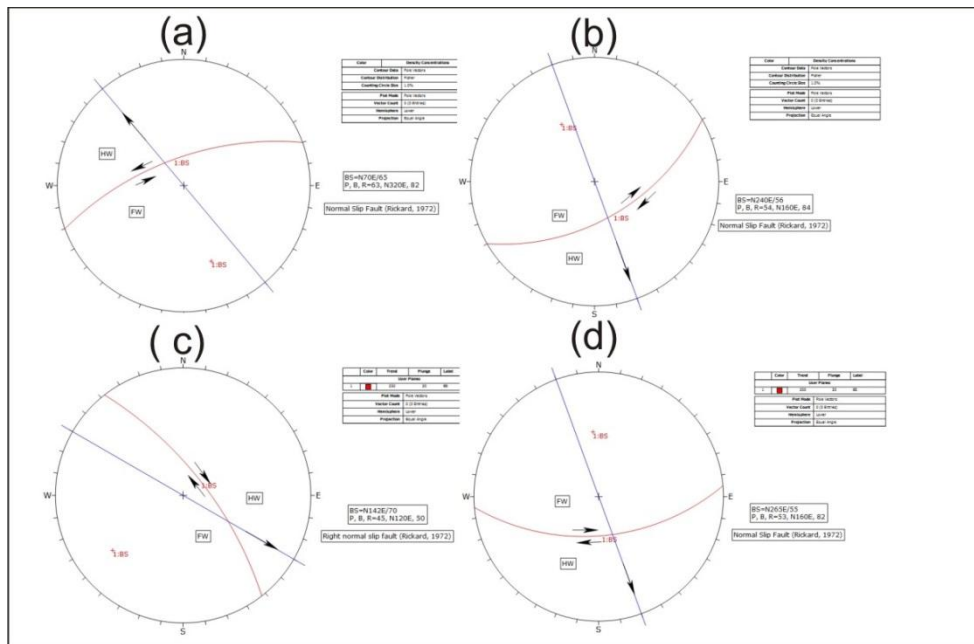
Gambar 4b. Sayatan tipis batuan beku basa vulkanik, **Basalt**; warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitas hipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0.3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus sub-diabasik; disusun oleh plagioklas (46%), piroksen (12%), kuarsa (3%), massa dasar gelas (39%), dan terdapat urat-urat kalsit.



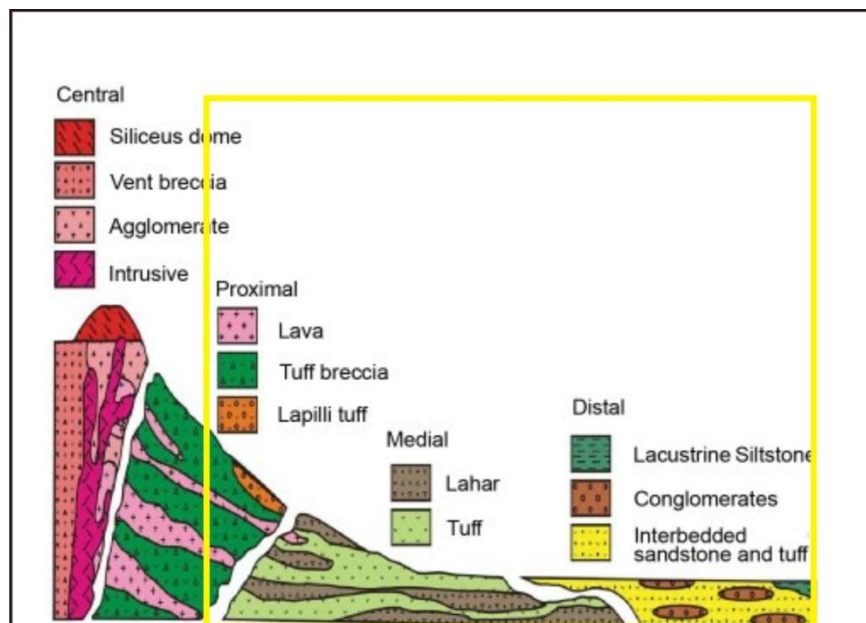
Gambar 4c. Sayatan tipis batuan beku basa hipabisal, **Diabas** ; warna abu-abu - coklat; indeks warna 12%; kristalinitashipokristalin; granularitas afanitik - fanerik halus; bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0.3 mm; relasi inequigranular vitroverik; dengan tekstur khusus diabasik;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



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%).

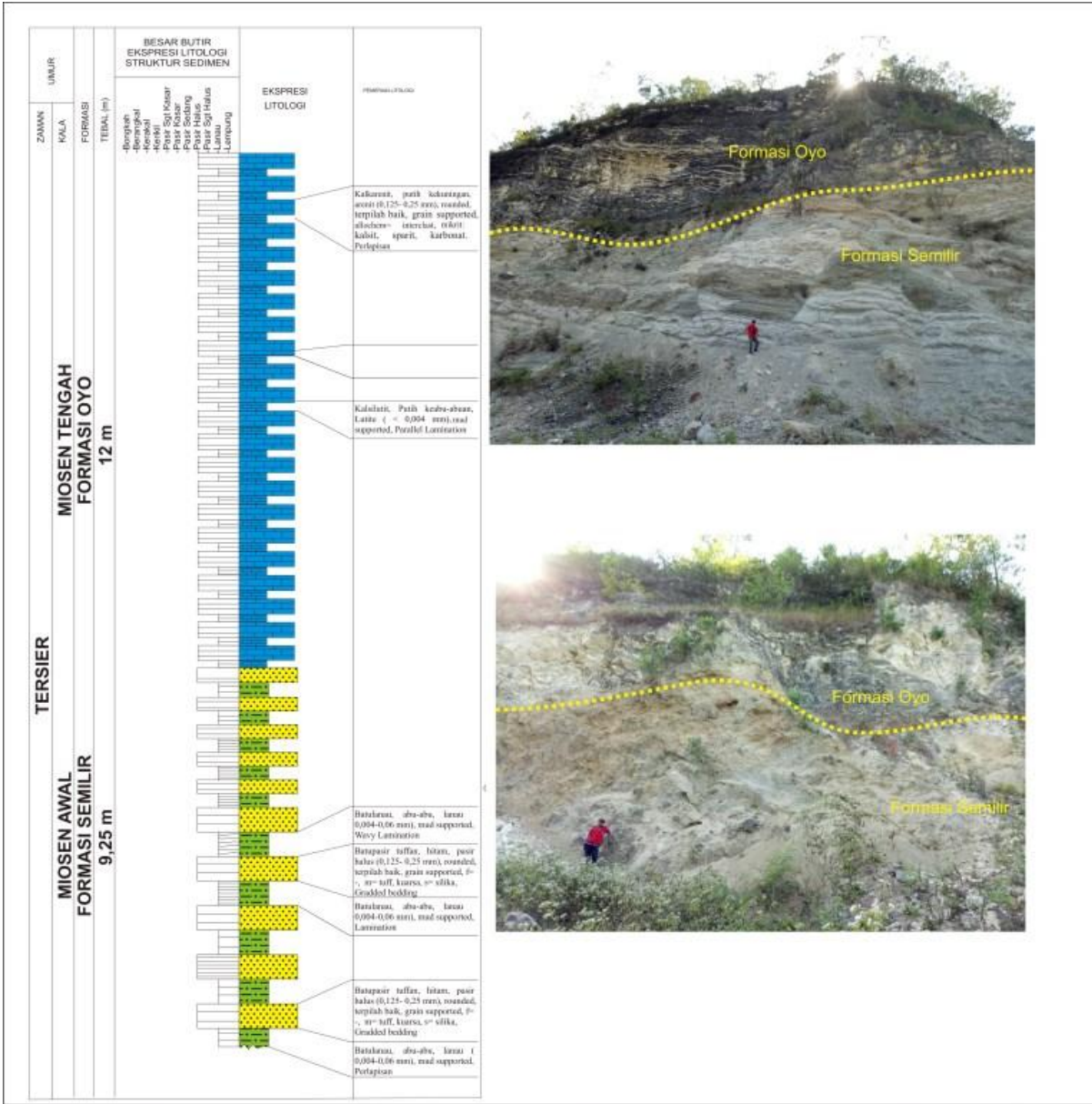


Gambar 5. Analisis sesar menggunakan aplikasi Dips versi 6.0. (a) sesar 1, dengan kedudukan bidang sesar N70°E/65°, (b) sesar 2, dengan kedudukan bidang sesar N240°E/56°, (c) sesar 3, dengan kedudukan bidang sesar N142°E/70°, (d) sesar 4, dengan kedudukan bidang sesar N265°E/55°.



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.

11 – 12 SEPTEMBER 2017; GRHA SABHA PRAMANA



Gambar 7. Penampang stratigrafi terukur perlapisan batugamping. Foto menunjukkan kontak antara Formasi Semilir dengan Formasi Oyo.