

Korelasi Lithofasies Dan Ichnofasies Sebagai Parameter Identifikasi Fasies Gunungapi Purba Pada Sistem Lingkungan Pengendapan Formasi Sambipitu, Daerah Ngalang, Yogyakarta

Ongki Ari Prayoga¹, Hill Gendoet Hartono²

Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Ongki_bumi@yahoo.com

Sari

Studi stratigrafi dilakukan pada Formasi Sambipitu bagian bawah hingga tengah yang merupakan bagian dari Zona Pegunungan Selatan Jawa Timur. Pengambilan data di lapangan dilakukan di sepanjang aliran Sungai Ngalang, Kecamatan Gedang Sari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Formasi Sambipitu memiliki karakteristik parasekuen yang menarik dikarenakan kehadiran fosil jejak yang melimpah serta fasies penyusun formasi ini merupakan material hasil pencampuran antara material vulkanik dan karbonat. Studi yang dilakukan mencakup analisis lithofasies dan ichnofasies dengan melakukan *measuring section* di sepanjang Sungai Ngalang dengan ketebalan sekitar ± 155 m. Formasi Sambipitu tersusun oleh batuan-batuan yang terendapkan oleh mekanisme aliran gravitasi. Berdasarkan aspek stratigrafi secara vertikal, pada daerah penelitian tersusun oleh 5 asosiasi fasies yaitu asosiasi fasies I : *slope to basin on upper fan*, asosiasi fasies II : *meandering channel on upper fan*, asosiasi fasies III : *channeled portion of suprafan lobes on middle fan*, asosiasi fasies IV : *channeled to smooth portion of suprafan lobes on middle fan*, dan asosiasi fasies V : *thin bedded sediment on levee* (Walker, 1978). Beberapa fosil jejak dapat dijumpai pada daerah penelitian yaitu *Thalassinoides*, *Skolithos*, *Ophiomorpha*, *Psilonichus*, *Beaconites*, *Cruziana*, *Scolicia*, *Rhynchocorallium*, *Diplocraterion*, *Planolites*, *Areniculites*, dan *Chondrites*. Formasi Sambipitu dapat dibagi menjadi 3 fasies berdasarkan asosiasi spesies fosil jejak yaitu *Skolithos-Cruziana Ichnofacies I*, *Skolithos-Cruziana Ichnofacies II*, dan *Cruziana Ichnofacies*. Berdasarkan kajian dari beberapa parameter, Formasi Sambipitu terendapkan pada sistem cekungan *intra arc basin* pada fasies proksimal luar pada lingkungan laut dangkal. Hal ini didukung oleh kehadiran lava andesit pada bagian bawah Formasi Sambipitu. Pada sistem lingkungan pengendapannya suplai material utama berasal dari kegiatan vulkanisme dari Gunungapi yang sebagian tubuhnya berada di bawah muka air laut. Sehingga diinterpretasikan perubahan fasies pada Formasi Sambipitu lebih dikontrol oleh kegiatan vulkanisme dibandingkan eustasi muka air laut.

Kata kunci : RETII, Geologi, Sambipitu, Fasies, Fosil jejak

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pegunungan Selatan terhampar memanjang dari barat hingga ketimur pada bagian selatan Pulau Jawa. Zona Pegunungan Selatan sendiri memiliki karakteristik yang sangat menarik terkait data stratigrafi, tektonik, vulkanisme dan lainnya yang sampai saat ini masih diperdebatkan. Menurut Surono (2009) Zona Pegunungan Selatan sendiri terbagi menjadi 3 periode vulkanisme diantaranya periode pravulkanisme, periode vulkanisme dan periode pascavulkanisme (periode karbonat) sehingga pada zona ini dijumpai adanya batuan vulkanik dan batuan karbonat.

Menurut Surono (2009) Formasi Sambipitu sendiri diendapkan pada Miosen Awal Bagian Akhir pada periode transisi antara periode vulkanisme dan periode karbonat sehingga Formasi Sambipitu ini tersusun oleh pencampuran antara batuan-batuan vulkanik dan karbonat Tersier yang

terendapkan pada suatu sistem tubuh gunungapi. Suyoto dan Santoso (1986) pada penelitiannya menyebutkan bahwa Formasi Sambipitu diendapkan pada lingkungan laut terbuka oleh mekanisme aliran gravitasi berupa arus turbidit. Formasi Sambipitu pada daerah penelitian memiliki keunikan yang khas yaitu dijumpainya kehadiran fosil jejak dengan internsititas yang sangat melimpah. Pembahasan mengenai stratigrafi dan sejarah geologi pengendapan Formasi Sambipitu sendiri telah banyak dilakukan namun sedikit sekali pembahasan yang menyangkut mengenai keberadaan fosil jejak, sehingga fungsi akan keberadaannya pada formasi ini kurang dimaksimalkan. Maka berdasarkan hal tersebut, penelitian terkait fosil jejak dirasa perlu untuk menjadi suatu parameter yang digunakan untuk menjadi dasar dalam menentukan model fasies serta lingkungan pengendapan.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik fosil jejak serta

hubungannya terhadap lithofasies yang berkembang untuk mengetahui sistem lingkungan pengendapan Formasi Sambipitu sebagai bagian dari suatu fasies tubuh gunungapi aktif pada umur Neogen. Pengambilan data-data di lapangan dilakukan disepanjang Sungai Ngalang, Desa Ngalang, Kecamatan Gedang Sari, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (**Gambar 1**).

Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian geologi berdasarkan data permukaan yang meliputi pengamatan, pemerian dan pengukuran terhadap aspek-aspek geologi terkait. Adapun aspek-aspek geologi yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah data litologi, struktur sedimen dan fosil jejak dengan melakukan pengukuran dan pembuatan penampang stratigrafi terukur (*Measuring section*) pada Formasi Sambipitu di Lintasan Sungai Ngalang. Selain hal tersebut, dalam melakukan perekaman terhadap data-data fosil jejak yang ada tidak hanya terfokus pada spesies atau *Ichnogenera* fosil jejak yang ada, Pendataan fosil jejak juga memperhitungkan aspek intensitas kehadiran suatu spesies atau *Ichnogenera* fosil jejak dan aspek dominasi terhadap kelimpahan fosil jejak pada daerah penelitian secara semikwantitatif.

TATANAN GEOLOGI PEGUNUNGAN SELATAN

Fisiografi Regional

Menurut van Bemmelen (1949), Fisiografi Jawa Tengah - Jawa Timur) dibagi berdasarkan kondisi morfologi, litologi penyusun dan pola struktur yang ada menjadi 7 Zona Fisiografi dari utara sampai selatan adalah:

1. Zona Dataran Aluvial Pantai Utara Jawa
2. Zona Gunung Api Kuarter
3. Zona Antiklinorium Rembang - Madura
4. Zona Antiklinorium Bogor - Serayu Utara - Kendeng
5. Zona Kubah dan Perbukitan dalam Depresi Sentral
6. Zona Depresi Jawa, Solo dan Randublatung
7. Zona Pegunungan Selatan

Berdasarkan tinjauan dari aspek litologi, geomorfologi, dan struktur geologi, daerah penelitian masuk pada Zona Fisiografi Pegunungan Selatan Sub-zona Baturagung.

Penamaan satuan litostratigrafi Pegunungan Selatan telah dikemukakan oleh beberapa peneliti terdahulu tetapi dalam susunan stratigrafi tiap – tiap formasi yang ada pada Daerah Pegunungan Selatan khususnya pada Daerah Ngalang penulis mengacu pada susunan Stratigrafi Pegunungan Selatan yang dibuat oleh Surono (2009) karena dirasa sesuai

dengan keadaan tiap formasi tersebut pada lokasi penelitian yang digambarkan pada kolom stratigrafi berikut (**Tabel 1**).

Formasi Sambipitu

Lokasi tipe formasi ini terletak di Desa Sambipitu pada jalan raya Yogyakarta-Patuk-Wonosari kilometer 27,8. Secara lateral, penyebaran formasi ini sejajar di sebelah selatan Formasi Nglanggran, di kaki selatan Subzona Baturagung, namun menyempit dan kemudian menghilang di sebelah timur. Satuan ini selaras di atas Formasi Nglanggran, dan merupakan endapan lingkungan laut.

Batuan penyusun formasi ini di bagian bawah terdiri dari batupasir tuffan, kemudian ke atas berangsur menjadi batupasir karbonatan yang berselang-seling dengan serpih, batulanau dan batulempung. Pada bagian bawah kelompok batuan ini tidak mengandung bahan karbonat. Namun di bagian atasnya, terutama batupasir, mengandung bahan karbonat dan sering dijumpai adanya struktur *slump* skala besar. Suyoto dan Santoso (1986), menyebutkan bahwa Formasi Sambipitu diendapkan oleh mekanisme aliran turbidit pada *proximal turbidite* yang berubah menjadi *distal turbidite* bagian atas.

Fosil yang ditemukan pada formasi ini diantaranya *Lepidocyclina verbeeki* NEWTON dan HOLLAND, *Lepidocyclina ferreroi* PROVALE, *Lepidocyclina sumatrensis* BRADY, *Cycloclypeus comunis* MARTIN, *Miogypsina polymorpha* RUTTEN dan *Miogypsina thecideaeformis* RUTTEN yang menunjukkan umur Miosen Tengah (Bothe, 1929). Namun Suyoto dan Santoso (1986) menentukan umur formasi ini mulai akhir Miosen Bawah sampai awal Miosen Tengah. Kandungan fosil bentoniknya menunjukkan adanya percampuran antara endapan lingkungan laut dangkal dan laut dalam. Dengan hanya tersusun oleh batupasir tuf serta meningkatnya kandungan karbonat di dalam Formasi Sambipitu ini diperkirakan sebagai fase transisi dari kegiatan gunungapi di Pegunungan Selatan menjadi fase karbonat pascavulkanisme (Surono, 2009).

DASAR TEORI

Fasies Gunungapi

MacDonald (1972, dalam Bronto, 2006) dalam bukunya yang berjudul “Volcanoes” memberikan pengertian bahwa *volcano is both the place or opening from which molten rock or gas, and generally both, issues from the earth's interior onto the surface, and the hill or mountain*

built up around the opening by accumulation of the rock material.

Bogie dan Mackenzie (1998, dalam Bronto 2006) yang membagi sebuah gunung api komposit menjadi empat kelompok yaitu *Central/Vent Facies*/pusat, *Proximal Facies*/dekat pusat, *Medial Facies*/tengah dan *Distal Facies*/jauh dari pusat (**Gambar 2**). Pembagian fasies gunung api tersebut berdasarkan sejumlah ciri litologi batuan gunung api pada kesamaan waktu pada suatu lokasi tertentu. Ciri-ciri litologi dapat menyangkut aspek fisika, kimia dan biologi.

Fosil Jejak

Fosil jejak (trace fossils) merupakan hasil dari aktivitas suatu organisme yang terawetkan di dalam lapisan batuan (Ekdale, et. al, 1984). Fosil jejak sendiri dianggap adalah struktur biogenik pada batuan sedimen yang merupakan pencerminan akan suatu kehidupan dari suatu lingkungan pengendapan (Boggs, 2006). Klasifikasi dalam fosil jejak dapat didasarkan pada 4 hal, yaitu : taksonomi, model pengawetan, pola hidup, dan lingkungan pengendapan (Ekdale, et. al, 1984). Secara umum dari keempat dasar klasifikasi tersebut, tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya, dan bergantung pada tujuan penggunaan fosil jejak tersebut.

Fosil jejak sendiri dianggap merupakan indikator penting dan sangat representatif dalam menggambarkan lingkungan pengendapan dan juga terkait proses-proses yang ada di dalamnya namun tidak secara langsung mewakili kedalaman atau bathimetri dari lingkungan pengendapan (Boggs, 2006). Fosil jejak merupakan sebuah parameter identifikasi yang sangat sensitif dalam perubahan keadaan lingkungan pengendapan terkait keadaan oksigen, salinitas, kecepatan sedimentasi, serta kekuatan arus. Namun Crimes (1975, dalam Ekdale, et al., 1984) dalam penelitiannya memberikan gambaran terkait hubungan antara distribusi fasies fosil jejak terhadap lingkungan pengendapan pada *passive margin* (**Gambar 3**) yang didalamnya terdiri dari 8 *ichnofacies* yaitu *Glasifungites ichnofacies*, *Teredolite ichnofacies*, *trypanite ichnofacies*, *Psilonichus ichnofacies*, *Skolithos ichnofacies*, *Cruziana ichnofacies*, *Zoophycos ichnofacies*, dan *Nereites ichnofacies*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lithofasies Formasi Sambipitu

Dari hasil identifikasi pada kolom stratigrafi, pada daerah penelitian dibagi menjadi 8 fasies berdasarkan ciri litologi, komposisi dan tekstur sedimennya yaitu :

Fasies A : *Graded bedding andesite breccia*

Fasies B : *Inverse graded bedding polymictic breccia*

Fasies C : *Polymictic conglomerate*

Fasies D : *Tuffaceous sandstone*

Fasies E : *Calcareous sandstone*

Fasies F : *Shale*

Fasies G : *Poor graded bedding pebbly sandstone*

Fasies H : *Tuff*

Asosiasi fasies penyusun Formasi Sambipitu dapat dibedakan menjadi 5 kelompok lingkungan pengendapan (**Gambar 4**) yaitu :

Asosiasi Fasies I : *Slope To Basin On Upper Fan*

Asosiasi fasies I di lapangan kita jumpai pada interval 0 m – 13 m, 44 – 62 m. Asosiasi fasies ini pada interval 0 – 13 m disusun oleh asosiasi fasies A : *graded bedding andesite breccia*, fasies F : *shale*, dan fasies G : *pebbly sandstone* dengan struktur *poor graded bedding*. Pengelompokan fasies penyusun fasies lingkungan pengendapan pada *slope to basin on upper fan* (Walker, 1978) didasari oleh asosiasi fasies yang berkembang dan struktur sedimen yang hadir.

Fasies penyusun didominasi oleh batuan yang berukuran butir kasar dengan bagian bawah menumpang pada batuan vulkanik berupa lava andesit autoklastika yang diinterpretasikan pada proses pembekuannya berada pada lingkungan darat. Fasies A pada interval 0 – 13 m ini memiliki ciri-ciri tekstur *matrix supported, poor graded bedding* yang tersusun oleh bongkah yang masih menyudut dengan ukuran pasir-bongkah yang diinterpretasikan merupakan produk dari aliran gravitasi pada kondisi yang sangat pekat dengan mekanisme aliran *cohesive debris flow* (Mutti, 1992). Pada bagian bawah dari fasies A pada interval ini nampak mengerosi lapisan di bawahnya yaitu fasies F : *shale*. Kemenerusan fasies F pada interval 0 – 13 m ini sangat pendek dan hanya hadir berupa melensa yang seolah terpotong oleh fasies G : *pebbly sandstone* di atasnya. Pada fasies G dijumpai adanya *clast of clay* yang merupakan akibat dari penggerusan lapisan *shale* dibawahnya. Struktur *scouring on base* pada interval ini diinterpretasikan merupakan hasil sedimentasi pada lingkungan *channel* (Mutti and Nomark, 1987).

Pada asosiasi fasies I ini di lapangan tidak dijumpai adanya fosil jejak terutama pada batuan sedimen berukuran kasar. Hal ini merupakan respon organisme terhadap energi arus yang terlalu tinggi dan kondisi lingkungan tidak memiliki daya dukung terhadap kelangsungan hidup organisme tersebut. Namun pada fasies F pada interval 0 m – 13 m, ditemukan adanya fosil jejak dari fasies *Skolithos* yang merupakan penciri bahwa pada saat terendapkan fasies ini berada pada lingkungan dengan energi tinggi.

Asosiasi fasies I pada daerah penelitian dijumpai pula pada interval 44 m – 62 m yang disusun oleh fasies A : *graded bedding andesite*

breccia, fasies B : *inverse graded bedding polymictic breccia*, dan fasies D : *tuffaceous sandstone*. Fasies A pada interval 44 m – 62 m secara garis besar memiliki karakteristik yang sama terhadap fasies A pada interval 0 m – 13 m. Namun pada interval 44 m – 62 m ini fasies A berasosiasi terhadap fasies B yang berupa *polymictic breccia* dengan struktur gradasi terbalik. Komposisi batuan ini menunjukkan bahwa batuan ini dihasilkan oleh material-material yang beragam berupa lava andesit autoklastika, pumis, batulempung, terdapat fragmen koral, serta pecahan cangkang *Molusca*, tuff dan terdapat Bom gunungapi yang memiliki bentuk butir *subrounded-angular*. Kehadiran fragmen yang memiliki bentuk *subrounded* ini diinterpretasikan merupakan hasil pelapukan batuan sebelumnya yang telah tertransportasi cukup jauh oleh arus traksi sehingga membentuk fragmen yang telah membulat. Selain itu fragmen lainnya sebagian besar didominasi oleh batuan andesit dengan bentuk *angular*, yang bercampur dengan pecahan koral merupakan material yang disuplai oleh gunungapi yang aktif pada saat itu mengalami erupsi sehingga menyuplai material yang sangat besar yang mengalir secara gravitasi membawa fragmen-fragmen batuan yang telah ada sebelumnya.

Struktur gradasi terbalik serta *matrix supported* merupakan hasil dari proses sedimentasi yang cepat dan dalam kondisi yang sangat pekat oleh arus gravitasi oleh material hasil erupsi gunungapi yang belum sempat terlitifikasi. Aliran yang mentransportasikan endapan-endapan dengan karakter seperti ini digolongkan dalam aliran *cohesive debris flow* (Mutti, 1992).

Asosiasi Fasies II : *Meandering Channel On Upper Fan*

Asosiasi fasies ini tersusun oleh fasies C : *polymictic conglomerate*, fasies F : *Shale*, dan fasies D : *tuffaceous sandstone*. Fasies ini dijumpai pada interval 99 – 117 m pada penampang stratigrafi daerah penelitian. Pengelompokan fasies pada lingkungan pengendapan *meandering channel on upper fan* ini didasarkan asosiasi fasies yang ada. Kehadiran fasies C : *polymictic conglomerate* pada interval 99 m – 109 m yang memiliki karakter *grain supported, graded bedding*, dengan bentuk fragmen yang telah membulat namun tersortasi buruk mengindikasikan bahwa fragmen ini di suplai oleh hasil proses sedimentasi suatu material vulkanik yang telah mengalami transportasi relatif jauh yang kemudian teronggokan pada suatu lereng dan tersedimentasikan kembali oleh arus gravitasi. Pada saat pengendapannya fasies C ini diendapkan oleh mekanisme aliran *gravelly high density turbidity current* (Mutti, 1992). Pada saat diendapkan, fasies ini sempat terjadinya pemilahan ukuran butir sehingga membentuk struktur *graded bedding* dan

grain supported. Fasies C pada asosiasi fasies ini memiliki ketebalan yang sangat tebal yaitu 11 m.

Pasca pengendapan fasies C, chanel yang ada mati menjadi *abandoned channel*. Hal ini terbukti dengan hadirnya fasies F : *shale* yang cukup tebal menandakan bahwa disini tidak adanya suplai sedimen lagi dan energi sedimentasi yang turun secara drastis sehingga diendapkan endapan-endapan suspensi. Di atas fasies F ini dijumpai kembali fasies C yang mengerosi fasies di bawahnya. Secara umum fasies C pada interval 112 – 117 m memiliki karakter batuan yang sama terhadap fasies C di bawahnya, namun terdapat perbedaan dimana pada fasies C interval ini menampilkan struktur *poor graded bedding*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada waktu pengendapannya fasies ini diendapkan dalam kondisi relatif pekat. Kondisi seperti ini diinterpretasikan terjadi pada lingkungan pengendapan berupa *slope* ataupun *channel on upper fan*. Dari asosiasi fasies dan karakter fasies di atas sehingga kelompok ini diinterpretasikan merupakan endapan pada lingkungan pengendapan *meandering channel on upper fan* (Walker, 1978) pada fasies proksimal hingga medial suatu tubuh gunungapi (Boggie and Mackenzie, 1998).

Pada asosiasi fasies II ini di lapangan tidak dijumpai adanya fosil jejak terutama pada batuan sedimen berukuran kasar. Hal ini merupakan respon organisme terhadap energi arus yang terlalu tinggi dan kondisi lingkungan tidak memiliki daya dukung terhadap kelangsungan hidup organisme tersebut.

Asosiasi Fasies III : *Channeled Portion Of Suprafan Lobes On Middle Fan*

Asosiasi fasies III dijumpai pada interval 14 m – 44 m, 62 m – 90 m, 118 m – 127 m pada penampang stratigrafi daerah penelitian. Asosiasi fasies ini merupakan asosiasi dari fasies D : *tuffaceous sandstone*, fasies C : *conglomerate polymictic*, fasies G : *pebbly sandstone*, fasies E : *calcareous sandstone*, fasies H: *Tuff* serta fasies F : *shale*. Pengelompokan fasies penyusun lingkungan *channeled portion of suprafan lobes on middle fan* (Walker, 1978) didasarkan pada asosiasi fasies yang hadir, serta pola perselingan fasies yang ada.

Pada fasies III secara umum merupakan interkalasi antara fasies D dan fasies F yang menunjukkan pola *thinning upward sequence* namun didominasi oleh material berukuran pasir secara keseluruhan. Fasies C muncul pada asosiasi fasies ini didominasi oleh material berukuran pasir – kerakal, *grain supported, graded bedding* yang tersusun oleh fragmen berbagai macam batuan dan ditemukan pula adanya pecahan-pecahan cangkang fosil serta fragmen koral. Kehadiran fragmen koral dan cangkang moluska mengindikasikan bahwa fasies ini diendapkan pada lingkungan yang berasosiasi dengan lingkungan pembentukan terumbu yang merupakan lingkungan laut dangkal.

Pada bagian bawah fasies D pada interval ini nampak bergelombang. Secara komprehensif dari data-data struktur dan tekstur batuan, fasies ini terendapkan pada *channel* (Mutti and Nomark, 1978).

Fasies D yang hadir pada asosiasi ini memiliki struktur masif tanpa adanya struktur internal dan terdapat struktur *flame* yang mencirikan bahwa fasies ini diendapkan secara cepat. Selain itu, pada fasies D ditemukan adanya *rip-up clast clay* yang merupakan produk dari penggerusan lapisan *shale* di bawahnya dengan mekanisme sedimentasi cepat. Fasies ini diendapkan oleh mekanisme aliran *sandy high density turbidity current* yang melemah menjadi *low density turbidity current* (Mutti, 1992).

Pada asosiasi fasies III dijumpai fosil jejak yaitu spesies *Skolithos*, *Ophiomorpha*, *Thalassinoides*, *Planolites*, *Deplocraterion*, dan *Beaconites* yang merupakan indikasi bahwa pada proses pengendapannya fasies ini berada pada lingkungan dengan energi arus tinggi dan memiliki suplai makanan yang cukup. Arang (*charcoal*) turut hadir pada beberapa layer pada asosiasi fasies ini. Hal ini mengindikasikan bahwa pada suatu daratan yang tidak jauh dari cekungan ini telah terjadi aktivitas vulkanisme yang menghancurkan vegetasi yang ada. Selain itu, kehadiran arang pada fasies ini mengindikasikan bahwa fasies D ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal mengingat sifat dari arang tersebut yang sangat rentan akan proses penghancuran oleh arus. Batuan yang memiliki karakter pada fasies ini diinterpretasikan merupakan fasies medial hingga distal suatu tubuh gunungapi (Boggie and MacKenzie, 1998 dalam Bronto, 2006).

Asosiasi Fasies IV : *Channeled To Smooth Portion Of Suprafan Lobes On Midle Fan*

Asosiasi fasies IV dijumpai pada bagian atas pada interval 127 – 150 m pada penampang stratigrafi daerah penelitian. Asosiasi fasies ini merupakan asosiasi dari fasies D : *tuffaceous sandstone*, fasies E : *calcareous sandstone* serta fasies F : *shale*. Pengelompokan fasies penyusun lingkungan *channeled to smooth portion of suprafan lobes on midle fan* (Walker, 1978) didasarkan pada ciri fisik batuan, asosiasi fasies, serta pola perselingan fasies yang ada.

Pada fasies IV secara umum merupakan interkalasi antara fasies E dan fasies F yang menunjukkan pola *thinning upward sequence* namun didominasi oleh material berukuran pasir halus - lempung secara keseluruhan. Pengamatan secara megaskopis pada fasies D yang hadir pada asosiasi fasies ini memiliki komposisi kristal yang banyak yaitu berupa plagioklas dan mineral mafik. Kehadiran mineral *chlorite* dan *smectite* pada fasies ini menjadi salah satu indikasi keterdapatannya mineral mafik yang cukup banyak pada fasies ini. Hal ini

menjadi salah satu indikasi bahwa fasies ini terendapkan secara cepat dan melalui mekanisme aliran gravitasi sehingga kristal-kristal tersebut tidak hancur akibat proses transportasi. Selain itu pada fasies ini muncul pula adanya *rip-up clast clay* yang menjadi faktor pendukung lainnya bahwa fasies ini terendapkan oleh mekanisme arus yang cepat sehingga menggerus lapisan *shale* di bawahnya.

Kehadiran fasies E yang mengandung unsur karbonat pada asosiasi fasies ini mengindikasikan bahwa pada saat terendapkan fasies E kondisi lingkungan sudah relatif tenang dari aktivitas vulkanisme sehingga organisme dapat hidup dan nantinya akan menjadi sumber kandungan karbonat pada fasies ini. Selain hal tersebut unsur karbonat disini, serta kondisi arus yang tenang diinterpretasikan erat kaitannya dengan terjadinya kenaikan muka air laut relatif. Hal ini teridentifikasi melalui kehadiran fosil jejak dari *Cruziana ichnofacies* yang merupakan indikasi lingkungan tenang dan arus yang berenergi lemah, serta lingkungan yang relatif dalam (zona neritik). Fasies ini diinterpretasikan merupakan fasies medial hingga distal suatu tubuh gunungapi (Boggie and MacKenzie, 1998 dalam Bronto, 2006).

Asosiasi Fasies V : *Thin Bedded On Levee*

Asosiasi fasies V dijumpai pada bagian atas pada interval 90 m – 100 m pada penampang stratigrafi daerah penelitian. Asosiasi fasies ini merupakan asosiasi dari fasies D : *tuffaceous sandstone*, dan fasies F : *shale*. Pengelompokan fasies penyusun lingkungan *thin bedded sediment on levee* (Walker, 1978) didasarkan pada asosiasi fasies yang hadir, serta pola perselingan fasies yang ada.

Pada fasies V secara umum merupakan interkalasi antara fasies E dan fasies D yang menunjukkan pola *thickning upward sequence* pada fasies *classical turbidite* (Walker, 1978) namun didominasi oleh material berukuran lempung secara keseluruhan. Fasies D pada asosiasi fasies ini memiliki karakter struktur berlapis tipis, berukuran pasir sangat halus. Asosiasi fasies V diinterpretasikan merupakan endapan-endapan turbidit fraksi halus pada *levee on upper fan* sebagai akibat chanel yang ada tidak mendapat suplai sedimen (*abandoned channel*) sehingga pada bagian ini terendapkan endapan-endapan suspensi berupa *shale*. Keadaan semacam ini bisa diakibatkan oleh minimnya suplai sedimen pada cekungan atau chanel yang mengalami perpindahan sehingga chanel yang ada sebelumnya tidak mendapat suplai sedimen. Batuan yang memiliki karakter pada fasies ini merupakan fasies distal

suatu tubuh gunungapi (Boggie and MccKenzie, 1998).

Pada fasies ini berasosiasi dengan fosil jejak berupa *chondrites*, dan *macaronichus* dengan intensitas yang sangat jarang bahkan pada beberapa lapisan tidak dijumpai adanya fosil jejak. Pada batuan fraksi halus sangat susah untuk menemui adanya fosil jejak, dikarenakan batuan ini sangat susah untuk mempreservasi jejak aktivitas organisme dan ditambah lagi dikarenakan hampir sebagian besar organisme sangat tidak menyukai substrat berupa batulempung.

Ichnofasies Formasi Sambipitu

Berdasarkan kajian data lapangan, pada daerah penelitian dijumpai beberapa *ichnogenera* fosil jejak yaitu *Thalassinoides*, *Skolithos*, *Ophiomorpha*, *Psilonichus*, *Beaconites*, *Cruziana*, *Scolicia*, *Rhynchocorallium*, *Diplocraterion*, *Planolites*, *Areniculites*, dan *Chondrites* (**Gambar 5**). Formasi Sambipitu dapat dibagi menjadi 3 fasies berdasarkan asosiasi spesies fosil jejak yaitu

1. *Skolithos-Cruziana Ichnofacies I*

Asosiasi fasies ini dijumpai pada interval 0 – 49 m pada daerah penelitian. Fasies ini terdiri dari asosiasi beberapa spesies yaitu : *Skolithos*, *Beaconites*, *Diplocraterion*, *Beaconites*, *Thalassinoides*, *Cruziana*, *Psilonichus*, *Ophiomorpha*, *Chondrites*, dan *Planolites*. *Skolithos*, *Chondrites*, *Thalassinoides* dan *Beaconites* merupakan spesies yang memiliki intensitas kehadiran tinggi pada asosiasi fasies ini. Secara garis besar pada fasies ini didominasi oleh *vertical burrowing* dan *horizontal burrowing*.

Selain hal diatas, pada fasies ini memiliki karakter yang berbeda dari fasies lainnya. Fosil jejak yang hadir memiliki ukuran yang sangat besar diantaranya *Beaconites* (Diameter 5-7 Cm), *Chondrites* (Diameter 1-2 cm, Dalam 30 Cm), *Thalassinoides* (Diameter 5 cm, Dalam 15 Cm). Fosil jejak pada fasies ini memiliki intensitas yang sangat tinggi, sehingga struktur sedimen yang ada sebagian besar rusak akibat fosil jejak yang ada. Fasies ini ditemukan pada substrate berupa *tuffaceous sandstone, shale, andesite breccia*.

Dari karakteristik fasies ini yang memiliki diversitas tinggi, memiliki ukuran serta kedalaman *burrowing* yang dalam dan kelimpahan yang tinggi, diinterpretasikan bahwa pada waktu pengendapan fasies ini diendapkan pada lingkungan yang memiliki energi arus yang cukup kuat, memiliki daya dukung lingkungan yang tinggi terhadap kelangsungan hidup organisme yang menghasilkan fosil jejak tersebut, memiliki kadar oksigen yang tinggi, dan merupakan lingkungan laut dangkal (zona litoral).

2. *Skolithos-Cruziana Ichnofacies II*

Asosiasi fasies ini dijumpai pada interval 49 – 120 m pada daerah penelitian. Fasies ini terdiri dari asosiasi spesies *Skolithos*, *Diplocraterion*, *Cruziana*, *Ophiomorpha*, *Chondrites*, dan *Planolites*. *Skolithos*, *Ophiomorpha*, dan *Chondrites*, merupakan spesies yang paling sering dijumpai. Secara garis besar pada fasies ini didominasi oleh *vertical burrowing* dengan sedikit kehadiran *horizontal burrow*. Dari analisis lapangan dikategorikan pada fasies ini memiliki diversitas yang rendah-menengah dan memiliki intensitas kehadiran yang rendah.

Pada fasies ini mengalami reduksi dalam hal ukuran dari fosil jejak. Fosil jejak yang hadir memiliki ukuran yang relatif lebih kecil dibandingkan fasies dibawahnya, diantaranya *Chondrites* (Diameter 0,3-1 cm, Dalam 15 Cm). Fasies ini ditemukan pada substrat berupa *tuffaceous sandstone, shale, conglomerate*.

Pada fasies ini memiliki karakter fosil jejak yang relatif berbeda dari fasies sebelumnya. Perbedaan ini diakibatkan oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan kondisi lingkungan pada saat pengendapan. Dari karakter fosil jejak yang memiliki diversitas yang rendah, intensitas yang rendah serta fosil jejak yang mengalami reduksi dalam hal ukuran, maka diinterpretasikan pada saat pengendapan kondisi lingkungan pengendapan pada lingkungan yang memiliki arus tinggi dicerminkan oleh dominasi *vertical burrowing*, daya dukung lingkungan terhadap kelangsungan hidup organisme menurun, kandungan oksigen tinggi, namun secara bathimetri masih pada lingkungan laut dangkal (zona litoral).

3. *Cruziana Ichnofacies*

Asosiasi fasies ini dijumpai pada interval 120-155 m pada daerah penelitian. Fasies ini terdiri dari asosiasi beberapa spesies fosil jejak diantaranya, *Cruziana*, *Thalassinoides*, *Planolites*, *Aulichnites*, *Gyrochorte*, *Chondrites*, *Rhynchocorallium*, dan *Skolithos*. *Aulichnites*, *Chondrites*, *Planolites*, dan *Cruziana* merupakan spesies yang paling sering dijumpai pada daerah penelitian. Secara umum, fasies ini didominasi oleh *horizontal burrowing* dan *repichnia epirelief* dan sedikit *vertical burrowing*. Ditinjau dari sisi keragaman spesies, fasies ini memiliki diversitas yang menengah namun intensitas kehadiran dari suatu taksa rendah.

Fosil jejak yang hadir mengalami reduksi yang sangat signifikan dari sisi ukuran fosil jejak itu sendiri, seperti diantaranya *Chondrites* (Diameter 0,3-0,5 Cm, Dalam 1-5 Cm), *Thalassinoides* (Diameter 1-3 cm, dalam 1-5 cm). Substrat dari

fasies ini memiliki karakter batuan yang berbeda seperti pada *shale*, *calcareous sandstone*, *tuffaceous sandstone*.

Fasies ini sudah sangat berbeda karakteristiknya dari fasies dibawahnya baik dari segi spesies, diversitas maupun intensitasnya. Berdasarkan karakteristik diatas mengindikasikan fasies ini terbentuk pada lingkungan laut dengan keadaan tenang, energi arus lemah-medium, terjadi penurunan kadar oksigen, dan pada lingkungan yang relatif lebih dalam (zona neritik).

Model Sistem Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan kajian data faktual di lapangan terhadap data litofasies dan ichnofasies Formasi Sambipitu, dibutuhkan beberapa syarat sistem lingkungan pengendapan Formasi Sambipitu yang saling mendukung baik dari aspek dinamika sedimentasi serta suplai material, diantaranya :

- Adanya gunungapi aktif yang berada dekat lingkungan pengendapan.
- Adanya *slope* yang merupakan syarat agar terjadinya mekanisme aliran gravitasi.
- Adanya batuan asal berupa batuan vulkanik dari aktivitas vulkanisme sebelumnya yang telah tertransportasi cukup jauh.
- Adanya daratan disekitar cekungan yang dekat terhadap gunungapi aktif dimana daratan ini ditumbuhi oleh vegetasi yang kemudian terbakar menjadi arang yang tertransportasi kedalam cekungan.

Gunungapi aktif yang berada dekat terhadap cekungan merupakan sumber suplai material utama Formasi Sambipitu. Kegiatan vulkanisme ini mengakibatkan cekungan menjadi keruh sehingga organisme yang merupakan sumber material karbonat sangat jarang pada lingkungan seperti ini. Organisme akan tumbuh dan tinggal pada bagian lingkungan yang tidak disuplai material vulkanik secara langsung. Pada lingkungan yang tenang inilah material karbonat (*reef*) dapat tumbuh. Namun demikian, sumber material karbonat lainnya seperti foraminifera planktonik masih dijumpai dalam jumlah banyak, sehingga batuan yang terbentuk dalam cekungan akan mengandung komposisi material asal vulkanik dan karbonat dengan beberapa syarat lainnya terpenuhi.

Formasi Sambipitu tersusun oleh jenis litologi yang merupakan hasil dari mekanisme aliran gravitasi. Aliran gravitasi memerlukan beberapa syarat agar dapat terjadi, salah satunya adalah *slope* atau lereng yang menjadi bidang gelincir dari suatu material akibat massa dari material itu sendiri. *Slope* pada lingkungan ini diinterpretasikan merupakan *slope* yang dikontrol oleh kemiringan dari lereng gunungapi aktif yang berada dekat atau pada cekungan tersebut.

Fragmen pada fasies *polymictic conglomerate* yang telah membundar merupakan hasil dari proses sedimentasi oleh arus traksi yang tertransportasi cukup jauh. Fragmen ini diinterpretasikan merupakan material vulkanik dari aktivitas vulkanisme sebelumnya yaitu Formasi Nglanggeran atau vulkanisme aktif pada saat itu yang tertransportasi cukup jauh menuju lingkungan yang dekat terhadap cekungan yang kemudian tertransportasikan kembali oleh mekanisme aliran gravitasi. Kehadiran fragmen-fragmen andesit yang telah teralterasi pada fasies ini merupakan salah satu indikasi bahwa material tersebut berasal dari batuan sebelumnya yang telah mengalami proses alterasi.

Kehadiran fragmen arang (*charcoal*) mengindikasikan bahwa pada suatu daratan yang tidak jauh dari cekungan ini telah terjadi aktivitas vulkanisme yang menghanguskan vegetasi yang ada. Selain itu, kehadiran arang pada fasies ini mengindikasikan bahwa fasies D ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal mengingat sifat dari arang tersebut yang sangat rentan akan proses penghancuran oleh arus. Berdasarkan data-data kajian di atas, model sistem lingkungan pengendapan Formasi Sambipitu pada Miosen Tengah berada pada cekungan *intra arc basin* pada fasies proksimal bagian luar dari tubuh gunungapi (**Gambar 6**).

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian terhadap data lithofasies dan ichnofasies Formasi Sambipitu dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

- Formasi Sambipitu disusun oleh batuan-batuan hasil percampuran antara material vulkanik dan karbonat yang diendapkan oleh arus gravitasi.
- Kehadiran fosil jejak pada Formasi Sambipitu sangat melimpah dari spesies *Skolithos*, *Ophiomorpha*, *Planolites*, *Pylonichus*, *Diplocraterion*, *Thallasinoides*, *Chondrites*, *Cruziana*, *Rhynchocorallium*, *Macaronichus*, *Aulichnites*, dan *Gyrochorte*.
- Berdasarkan kandungan fosil jejak, Formasi Sambipitu dibagi menjadi 3 fasies yaitu *Skolithos-Cruziana ichnofacies I*, *Skolithos-Cruziana ichnofacies II*, dan *Cruziana ichnofacies*.
- Formasi Sambipitu dibagi menjadi tujuh lithofasies, yaitu fasies A : *graded bedding andesite breccia*, fasies B : *inverse graded bedding polymictic breccia*, fasies C : *polymictic conglomerate*, fasies D : *tuffaceous sandstone*, fasies E : *calcareous sandstone*, fasies F : *shale*, dan fasies G : *pebbly sandstone*.

- Formasi Sambipitu diendapkan oleh mekanisme aliran gravitasi kipas bawah laut pada lingkungan *slope to basin on upper fan, meandering channel on upper fan, channeled portion of suprafan lobes on middle fan, channeled to smooth portion of suprafan lobes on middle fan* dan *thin bedded sediment on levee* (Walker, 1978)
- Formasi Sambipitu diendapkan pada sistem lingkungan pengendapan yang berasosiasi dengan gunungapi aktif bawah laut pada fasies proksimal bagian luar .

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Desy Ayu Alvrída dan rekan-rekan Pernancio, Ilong, Hendro, Abdul Karim, dan Zulkifli yang telah membantu dalam proses penyelesaian karya tulis ilmiah ini. Apresiasi tertinggi dihaturkan kepada Bapak Dr. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T. selaku pembimbing yang telah memberikan masukan kepada peneliti selama proses pengerjaannya hingga karya tulis ilmiah ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Boogs, Jr, 2006, *Principle of Sedimentology and Stratigraphy 4th Edition*, University of Oregon, United Kingdom.

Bothe, A.Gh. D., 1929, *The Geology of the Hills Near Djiwo and Southern Range*, 4th Pacific Science Congress, Bandung.

Bromley G.R, 1996, *Trace Fossils*, Geological Institute University of Copenhagen, Denmark.

Bronto, 2006. Fasies Gunungapi dan Aplikasinya, *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 2.

Ekdale A.A, Bromley, G.R, Pemberton G.S, 1984, *Ichnology*, Society of Economic and Mineralogyst, Oklahoma.

Mutti, E, 1992, *Turbidites Sandstones*, Universitas de Parma Italy.

Mutti E. And W.R. Nomark, 1987, *Comparinf Examples of Modern and Ancient Turbidite System: Problem and Concept*, in J.K Legget and G.G. Zuffa : *Marine clastic sedimentology* : Graaham-Thortman, London.

Surono, 2009., Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Yogyakarta Dan Jawa Tengah, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, Volume 19.

Suyoto & Santoso, K., 1986, Klasifikasi Stratigrafi Pegunungan Selatan Daerah Istimewa

Yogyakarta dan Jawa Tengah, *Prosiding PIT IAGI XV*, Yogyakarta.

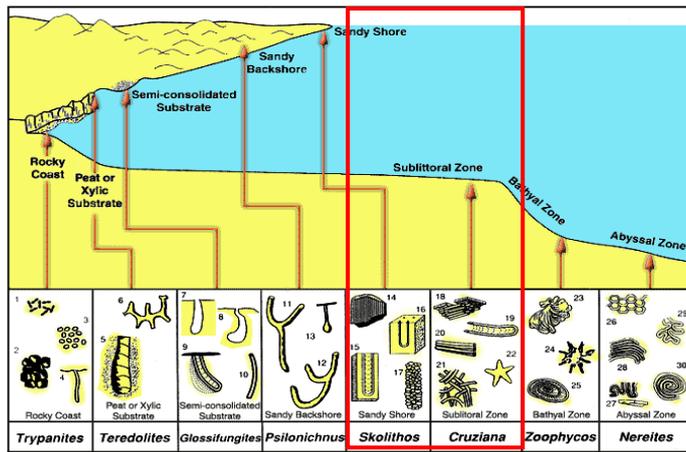
Walker, R.G., 1978, *Facies Models*, Geological Association of Canada, Toronto.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Tabel 1. Kolom stratigrafi Pegunungan Selatan (Surono, 2009)

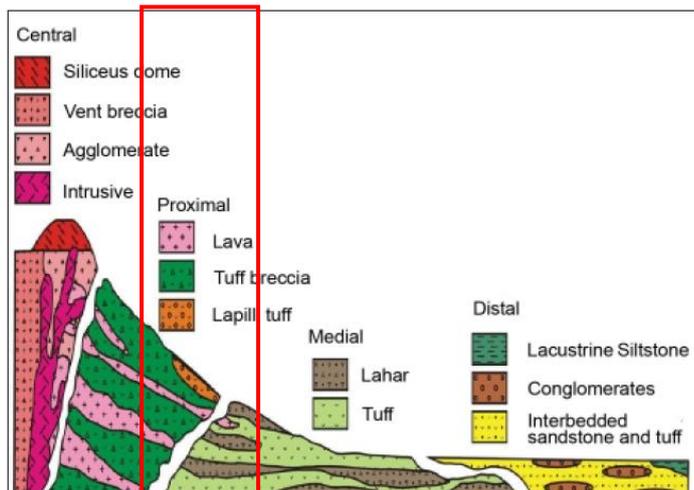
UMUR		SATUAN LITOLOGI					
TERSIER	KUARTER	N21	Batuan Gunung Api Merapi (Qm)	PERIODA KARBONAT			
		N20	Aluvium (Qa)				
		N19	Pasir Parangkusumo (Qa)				
	MIOSEN	Pliosen	Th		PERIODA VOLKANISME		
			Akhir	N18		Fm. Kepek	
				N17			
		N16		Fm. Wonosari			
		Tengah	Tg	N15		Fm. Punung	
				N14-N13			
			T12	N12-N11			
				T11			
				T10		Fm. Oyo	
				T9			
				Awal		N8	Fm. Sambipitu
						N7	
						N6	Fm. Nglanggeran
				OLIGO.		T4	N5
		Te1	Fm. Semilir Bawah				
		Tc	N4			Fm. Mandakka	
N3-P22	Fm. Butak						
EOSEN	Akhir	N2-P21	Fm. Kabo				
		P20-P16	Lava Basalt Nampungs				
	Tengah	Tb	Formasi Wungkal				
		P15	Formasi Gamping				
		P14	Kelompok Jiro				
KAPUR-AWAL PALEOSEN (?)	Ta	P13	Batuan Malihan				
			Intrusi (di. da. gb)				



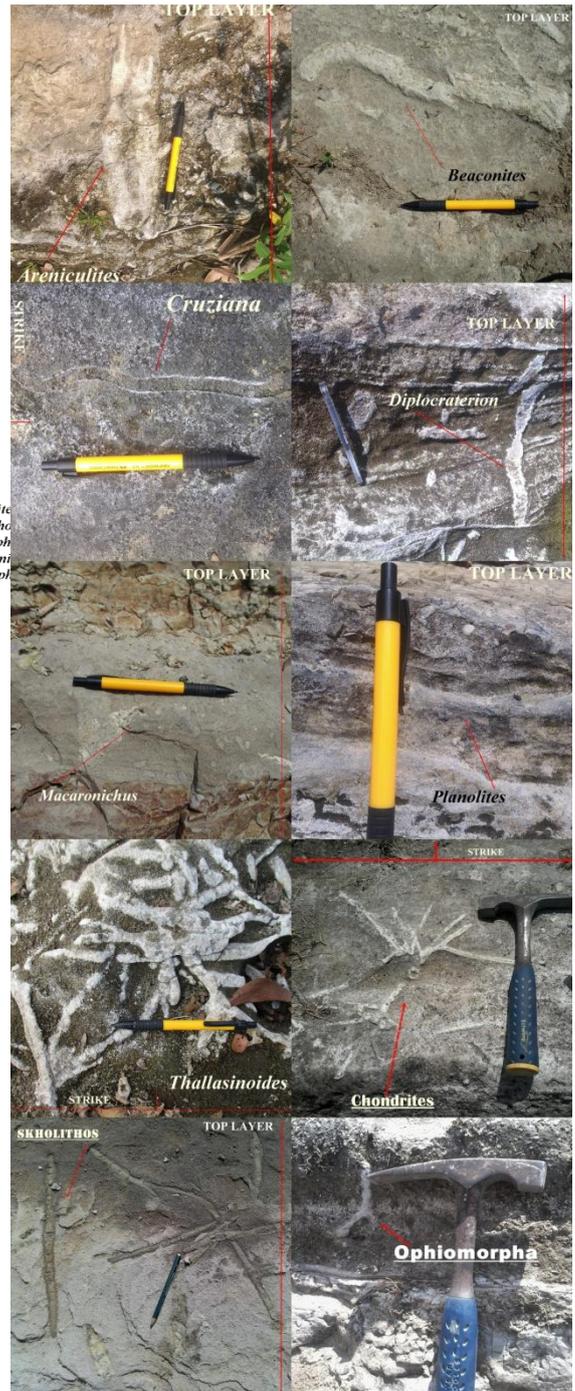
Distribution of Common Marine Ichnofacies

Typical trace fossils include: 1) *Caulostrepis*; 2) *Entobia*; 3) echinoid borings; 4) *Trypanites*; 5) *Teredolite*; 6) *Thalassinoides*; 7, 8) *Gastrochaenolites* or related genera; 9) *Diplocraterion* (*Glossifungites*); 10) *Skolithos*; 11, 12) *Psilonichnus*; 13) *Macanopsis*; 14) *Skolithos*; 15) *Diplocraterion*; 16) *Arenicolites*; 17) *Ophiomorpha*; 18) *Phycodes*; 19) *Rhizocorallium*; 20) *Teichichnus*; 21) *Planolites*; 22) *Asteriacites*; 23) *Zoophycos*; 24) *Lorenzini*; 25) *Zoophycos*; 26) *Paleodictyon*; 27) *Taphrohelminthopsis*; 28) *Helminthoida*; 29) *Cosmorhaphis*; 30) *Spirorhaphis*

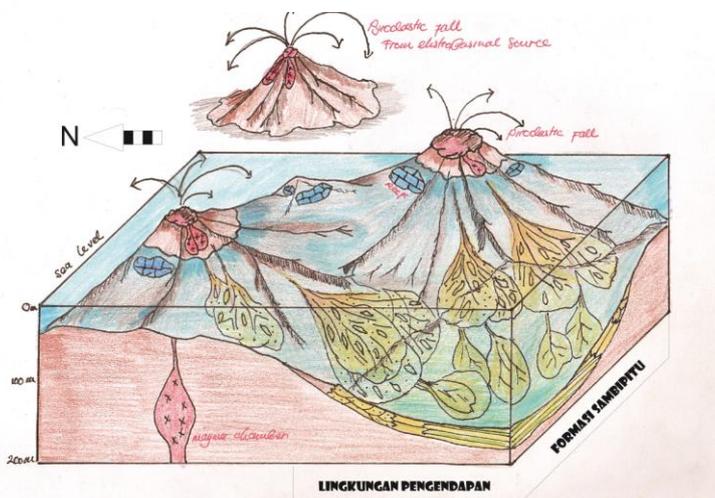
Gambar 2. Hubungan antara keterdapatan fosil jejak terhadap lingkungan pengendapan (Modifikasi Crime, 1975, dalam Ekdale, et al., 1984)



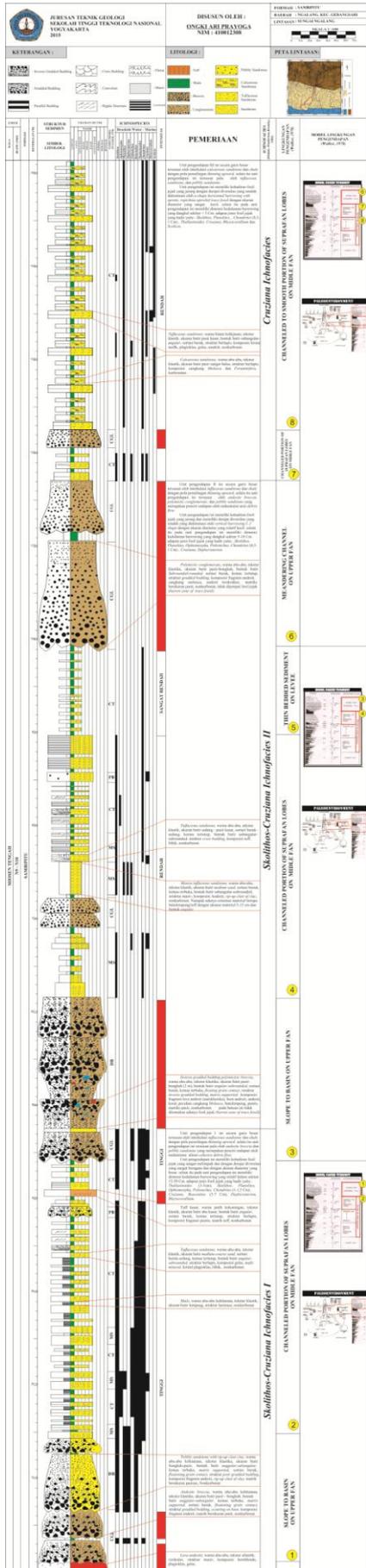
Gambar 3. Pembagian fasies gunung api beserta komposisi batuan penyusunnya Bogie dan Mackenzie (1998, dalam Bronto 2006)



Gambar 5. Ichnogenera fosil jejak pada daerah penelitian



Gambar 6. Model sistem lingkungan pengendapan Formasi Sambipitu



Gambar 4. Lithofasies Formasi Sambipitu pada daerah penelitian

Gambar 7. Kolom stratigrafi daerah penelitian