

# STUDI PERUBAHAN FASIES FORMASI KLITIK - FORMASI PUCANGAN LINTASAN LEGOWETAN, GUNUNGSARI KASREMAN, NGAWI, JAWA TIMUR

Tri Seno Apriadi\*<sup>1</sup>, Hill. Gendoet Hartono<sup>2</sup>, Herning Dyah Kusuma Wijayanti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, 55281

e-mail: \*<sup>1</sup>trisenopriadi@yahoo.com, <sup>2</sup>hillgendoet@itny.ac.id, heningdyah@itny.ac.id

## Abstrak

Legowetan merupakan bagian dari perbukitan Kendeng bagian selatan, terletak di Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur. Daerah ini tersusun oleh formasi dengan sifat karbonat yang kuat yaitu Formasi Klitik, akan tetapi dijumpai juga formasi yang berumur lebih muda namun sama sekali tidak memiliki sifat karbonatan yaitu Formasi Pucangan dengan arah kemiringan yang relatif sama. Metode pembuatan penampang stratigrafi terukur dilakukan untuk mempelajari, dan mengungkap perubahan fasies yang terjadi pada saat proses pengendapan Formasi Klitik dan Formasi Pucangan. Terdapat beberapa fasies diantaranya fasies Bioclastic Grainstone, dan fasies Foraminifera Rudstone yang dapat diasosiasikan dalam Standard Micro-facies 5, dan fasies Coraline Rudstone yang dapat diasosiasikan dalam Standard Micro-facies 6, setelah itu dijumpai ketidakselarasan yang dibuktikan dengan dijumpainya fragmen alas berupa batugamping pada fasies batupasir Litik. Adanya perubahan dari SMF 5 menjadi SMF 6 merupakan gambaran bahwa lingkungan pengendapan berada pada Facies Zone 4 yang berada pada bagian slope dari lingkungan paparan karbonat tertutup. Setelah itu batupasir litik merupakan sandy bedform, lalu perulangan konglomerat silang siur (trough) merupakan gambaran dari pembentukan gravel bar, and bedform, dan yang terakhir terdapat litologi breksi konglomeratan andesit.

**Kata kunci**— Klitik, Pucangan, ketidakselarasan, karbonat, fluvial

## Abstract

Legowetan is part of the southern Kendeng hills, located in Ngawi Regency, East Java Province. This area composed by formations with strong carbonate properties, namely Klitik Formation, but also younger formations that do not have carbonates, are the Pucangan Formation with relatively the same direction. Measuring stratigraphic section method is done to study, and reveal facies changes that occur during the process of deposition of the Klitik Formation and the Pucangan Formation. There are several facies including the Bioclastic Grainstone facies, and the Foraminifera Rudstone facies that can be associated with Standard Micro-facies 5, and the Coraline Rudstone facies that can be associated with Standard Micro-facies 6, after which non-conformity is evidenced by the discovery of base limestone fragments. in the Litik sandstone facies. The change from SMF 5 to SMF 6 is a picture that the depositional environment is in Facies Zone 4 which is in the slope part of the rimmed carbonate platform. After that the lytic sandstone is a depositional picture that occurs in the sandy bedform, then the repetition of trough cross conglomerates is also a picture of the formation of gravel bars, and bedforms, and finally there is the lithology of the andesite conglomerate breccia

**Keywords**— Klitik, Pucangan, unconfirmity, carbonate, fluvial

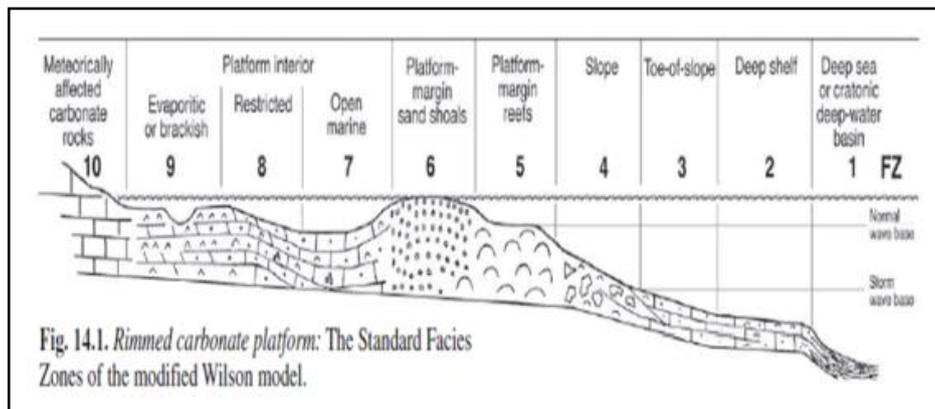
## 1. PENDAHULUAN

Busur gunung api Pulau Jawa menghasilkan cekungan belakang busur (*back arc basin*) yang cukup luas di sisi utaranya [1]. Cekungan belakang busur tersebut merekam fenomena-fenomena geologi di Pulau Jawa yang terjadi dari zaman Tersier hingga Kuartar, di antara rekaman fenomena tersebut terdapat pada zona Perbukitan Kendeng. Pada awalnya zona perbukitan Kendeng di endapkan Formasi Kerek yang masih berasosiasi dengan pembentukan

kipas laut dalam [2], sempat mengalami penurunan cekungan yang dibuktikan dengan pengendapan Formasi Kalibeng, lalu mengalami pengangkatan pada kala Plio – Pleistosen. Fenomena selanjutnya terekam pada Formasi Klitik (Pliosen Akhir) yang merupakan formasi dengan sifat karbonat yang sangat kuat, namun memiliki kontak dengan Formasi Pucangan (Pleistosen awal) yang sama sekali tidak bersifat karbonatan dengan kemiringan yang relatif searah [3], hal tersebut menggambarkan terjadinya perubahan lingkungan pengendapan yang cukup mencolok. Berdasarkan hal tersebut maka perlu diadakan penelitian geologi permukaan secara detail dengan metode pembuatan penampang stratigrafi terukur (*Measuring Section*) untuk mengungkap fenomena yang terjadi saat peristiwa pengendapan Formasi Klitik hingga Formasi Pucangan khususnya yang berada di daerah Legowetan.

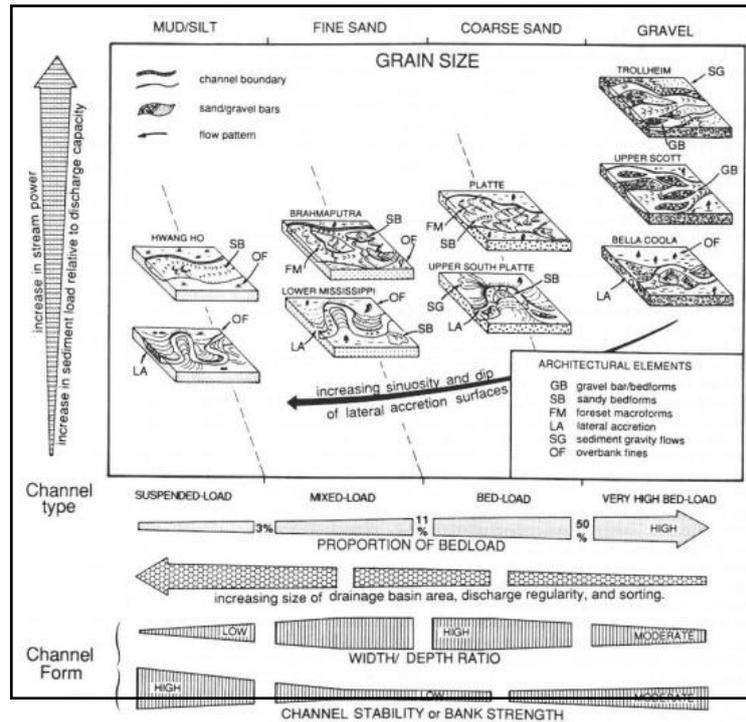
**2. METODE PENELITIAN**

Batuan karbonat merupakan batuan yang terbentuk pada lingkungan laut dangkal yang tenang serta dapat tertembus oleh sinar matahari agar terumbu bisa hadir. Pembagian jalur fasies pada paparan karbonat tertutup (*rimmed*) pada daerah tropis digunakan oleh Flugel (1982) ; modifikasi dari Wilson (1975) untuk membuat sebuah model standar dari fasies karbonat yang digambarkan sebagai penampang melintang mulai dari cekungan sampai pantai (FZ 1 – FZ 10) dan terdiri dari asosiasi fasies berdasarkan zona standar fasies (Gambar 2).



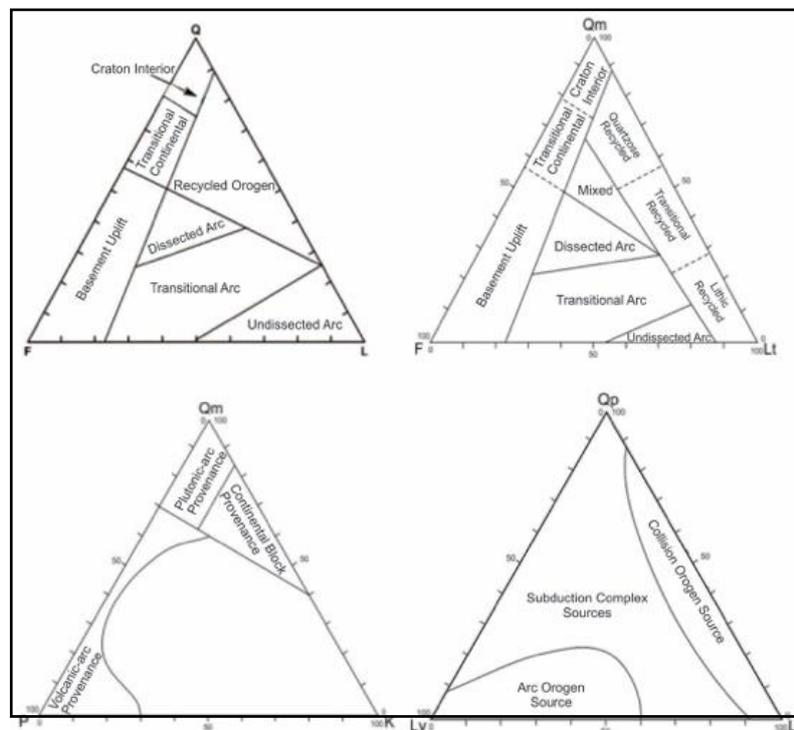
**Gambar 2.** Standard Mikrofasis menurut Flugel (1982)

Fluvial merupakan aktivitas dari aliran sungai, terdapat empat macam sungai yaitu *straight*, *anastomosing*, *meandering* dan *braided*. Secara umum fasies dibedakan berdasarkan litologi penyusunnya, diantaranya *gravel* (kerikil, kerakal, berangkal, bongkah), *sand* (pasir), dan *mud/silt* (lempung/lanau) dan berhubungan dengan mekanisme transportasinya (Gambar 3).



Gambar 3. Model pengendapan sedimen pada lingkungan Fluvial [4].

Pemanfaatan informasi komposisi partikel sedimen untuk mengetahui dari faktor-faktor tersebut diatas dikenal sebagai studi provenance. Dalam studi provenance dari batuan sedimen, dapat digunakan metode uji dari Dickinson [5] (Gambar 4).



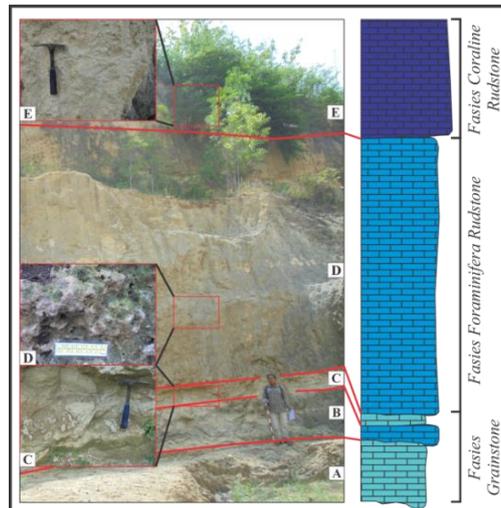
Gambar 4. Diagram analisis provenance berdasarkan butiran mineral kuarsa feldspar dan litik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa analisis yang dilakukan peneliti diantaranya adalah analisis model fasies karbonat, dan fasies endapan darat, analisis asosiasi fasies, serta analisis provenance pada satuan breksi konglomeratan andesit Pucangan.

#### Analisis Fasies

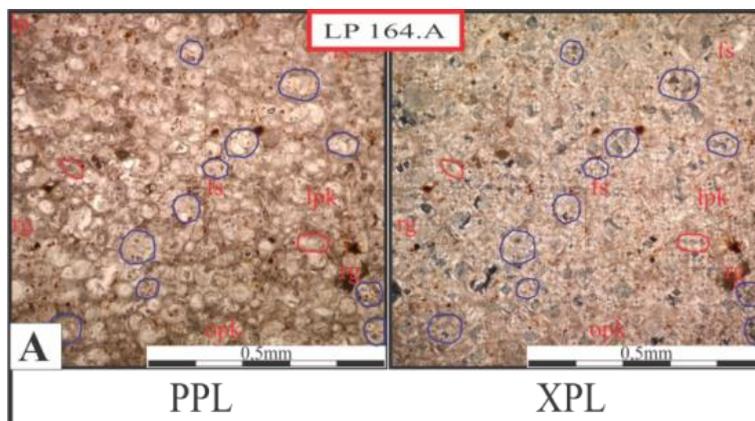
Pembagian fasies pada satuan batugamping Klitik meliputi (Gambar 5),



**Gambar 5.** Kenampakan singkapan A) Fasies *Bioclastic Grainstone*; B) *Foraminifera Rudstone*; C) *Coraline Rudstone*

#### Fasies *Bioclastic Grainstone*

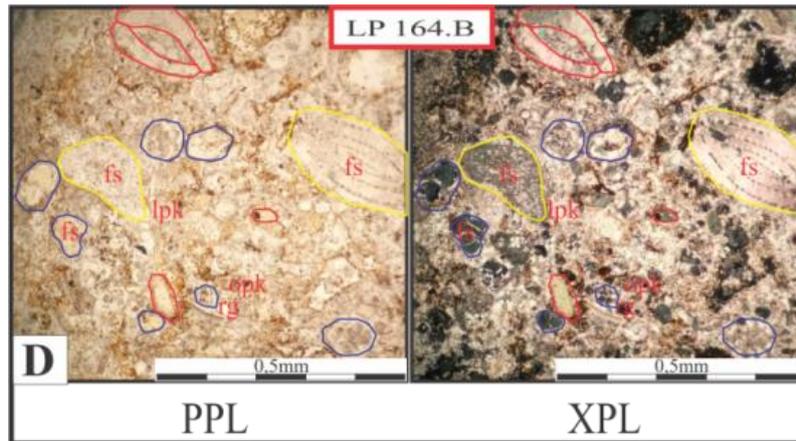
Fasies ini memiliki tebal 4,3 meter, termasuk ke dalam satuan batugamping Klitik. Secara megaskopis fasies ini memiliki nama Kalkarenit, dengan sisipan Kalsirudit yang memiliki tebal 0,5 meter. Teramati memiliki komposisi *allochem* berupa *skeletal grain* 91% berupa pecahan cangkang, foraminifera planktonik berupa *Orbulina Sp.*, *globigerina Sp.*, dan *Globorotalia Sp.*(biru) yang bentuknya relatif membulat, dengan beberapa menampakkan adanya pecahan, dan foraminifera uniserial bentonik, dan *Cibicides Sp.* (merah), rongga 3%, mineral opak 1%, dengan *micrite* lumpur karbonat 3%, mineral lempung 1%, dan *sparite* karbonatan 1%, dengan nama *Bioclastic Grainstone* (Dunham, 1962) (Gambar 6). *Skeletal grain* didominasi oleh fosil-fosil foraminifera planktonik, sehingga dapat dimasukkan ke dalam SMF 5 (*Allochthonous bioclastic grainstone*) (Flügel, 1982; modifikasi Wilson, 1975).



**Gambar 6.** Sayatan tipis pada fasies *Bioclastic Grainstone*.

**Fasies *Foraminifera Rudstone***

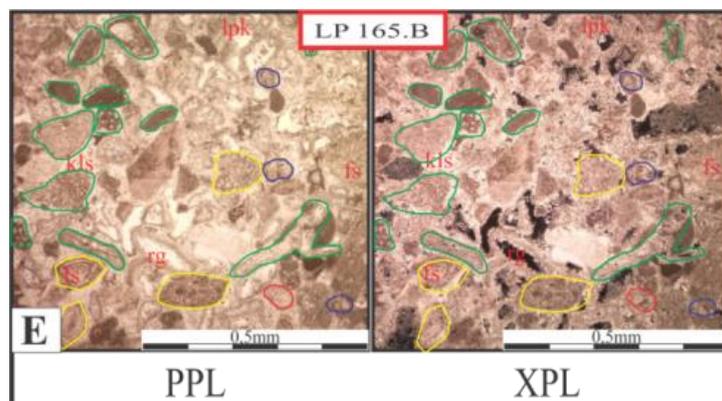
Fasies ini memiliki tebal 13,5 meter, yang secara megaskopis di lapangan memiliki nama Kalsirudit. Termasuk ke dalam satuan batugamping Klitik. Teramati memiliki *allochem* berupa *skeletal grain* 71% berupa pecahan cangkang, foraminifera planktonik berupa *Globigerina Sp.*, dan *Globorotalia Sp.*(biru), foraminifera bentonik uniserial (merah), dan foraminifera besar yang cukup dominan dengan jenis *Paleo-nummulites Sp.* (kuning)., kalsit 1%, *micrite* berupa lumpur karbonat 18%, *sparite* karbonatan 3%, serta rongga 7%, dengan nama *Foraminifera Rudstone* (Embry dan Klovan, 1971) (Gambar 7). *Skeletal grain* dapat dibedakan menjadi fosil-fosil foraminifera planktonik, sehingga fasies ini masih dapat dimasukkan ke dalam SMF 5 (*Allochthonous bioclastic rudstone*) (Flugel, 1982; modifikasi Wilson, 1975).



Gambar 7. Sayatan tipis pada fasies *Foraminifera Rudstone*

**Fasies *Coraline Rudstone***

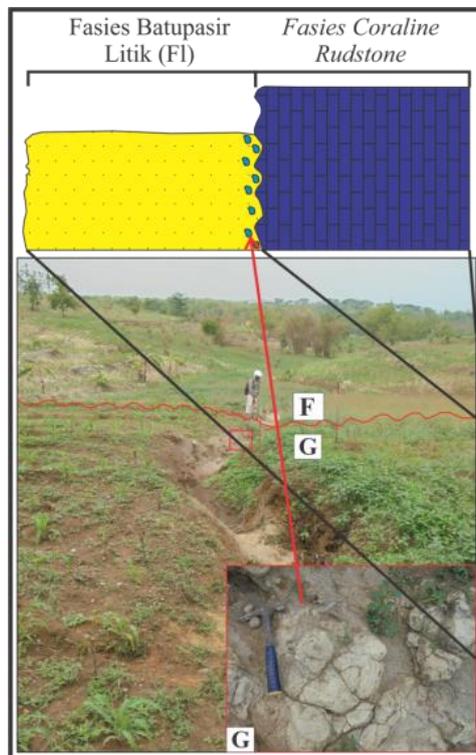
Fasies ini memiliki tebal 30 meter, termasuk ke dalam satuan batugamping Klitik. Secara megaskopis tidak memperlihatkan adanya butiran (kristalin). Namun secara petrografi memiliki komposisi *allochem* berupa *skeletal grain* 10% berupa foraminifera planktonik *Globigerina Sp.* (biru), foraminifera bentonik berupa *Cibicides Sp.*, dan foraminifera besar berupa *Paleo-nummulites Sp.*, pecahan koral 75% berupa *coral*, dan *algae* (hijau) yang sangat dominan, *micrite* berupa lumpur karbonat 10%, dan *sparite* karbonatan 5%, dengan nama *Coraline Rudstone* (Embry dan Klovan, 1971) (Gambar 8). Fosil pada batuan ini didominasi oleh pecahan koral, dan *algae* sehingga fasies ini termasuk ke dalam SMF 6 (*Densely packed reef rudstone*) (Flugel, 1982; modifikasi Wilson, 1975).



Gambar 8. Sayatan tipis pada *Coraline Rudstone*.

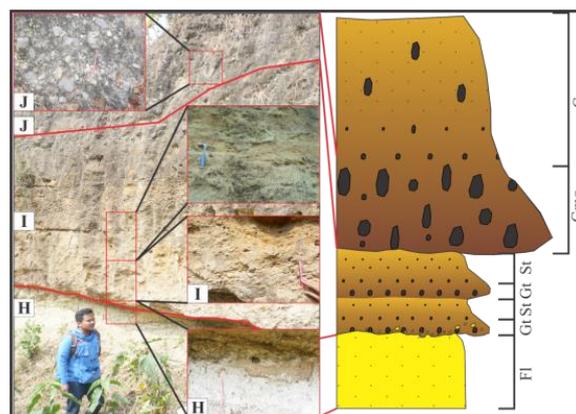
Setelah habisnya fasies *Coraline Rudstone* dijumpai kontak batugamping dengan batupasir yang tidakselaras (*Angular unconfirmity*) (Gambar 9), hal ini ditunjukkan dengan

adanya perubahan dip yang menjadi lebih datar dengan hilangnya sifat karbonat, serta adanya fragmen batuan alas berupa batu gamping di bagian bawah dari batupasir yang bersifat non karbonat.



**Gambar 9.** Kontak antara batu gamping dengan batupasir litik.

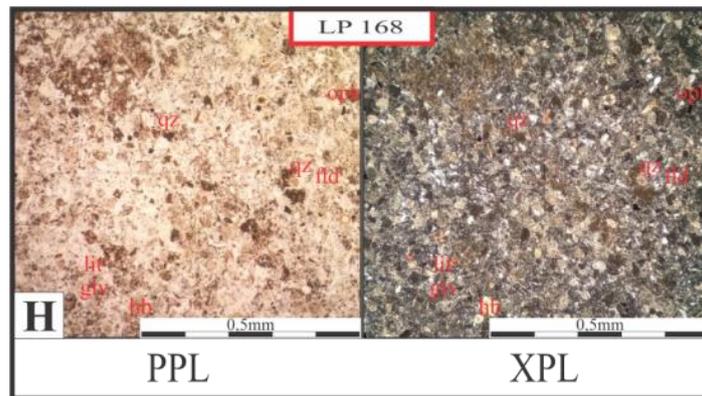
Adapun fasies yang dijumpai pada satuan breksi konglomeratan Pucangan meliputi (Gambar 10),



**Gambar 10.** Gambar singkapan pada H) Fasies batupasir litik; I) Fasies konglomerat; J) Fasies breksi konglomeratan

**Fasies Batupasir Litik**

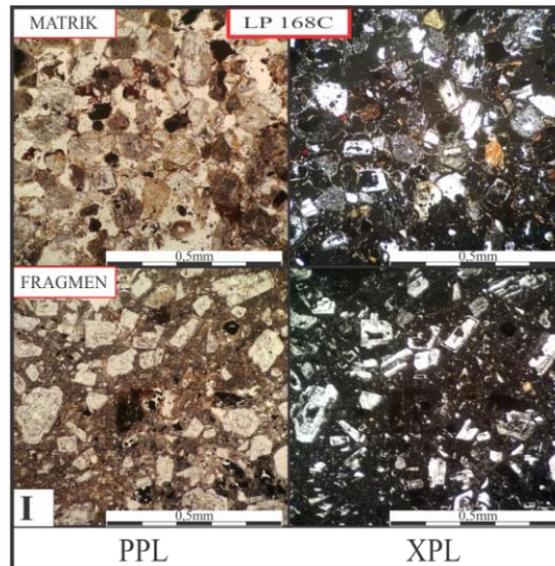
Fasies ini memiliki tebal 6,7 Meter, termasuk ke dalam satuan breksi konglomeratan andesit Pucangan. Fasies ini disusun oleh batupasir masif, yang memiliki nama petrografi *Lithic arenite* [6] (Gambar 11), tidak dijumpainya struktur sedimen pada fasies ini maka penulis memasukkan fasies ini ke dalam fasies FI (*Sand, Silt, Mud - Planar lamination, flood couplets*) dengan asosiasi fasies termasuk ke dalam asosiasi SB (*Sandy Bedforms*) [4].



Gambar 11. Gambar sayatan tipis dari fasies batupasir litik

**Fasies Konglomerat**

Fasies ini memiliki tebal 2 meter, termasuk ke dalam satuan breksi konglomeratan andesit Pucangan. Disusun oleh konglomerat andesit kemas tertutup yang semakin ke atas butirannya semakin halus, dengan struktur silangsiur menjadi penciri mekanisme arus. Secara petrografi matriknya memiliki nama *Lithic arenite* [6], dan fragmennya merupakan batuan beku *andesite* (Streckeinsen, 1976) (Gambar 12), dijumpainya struktur sedimen berupa silangsiur pada fasies ini maka penulis memasukkan fasies ini ke dalam fasies Gt (*Gravel, stratified - trough crossbeds*) pada bagian bawah dan berubah menjadi St (*Sand, fine to vcoarse - Solitary or grouped trough crossbeds*) pada bagian atasnya. Variasi fasies tersebut terjadi dua kali pengulangan (Gt – St – Gt – St), sehingga dapat dimasukkan ke dalam asosiasi fasies GB (*Gravel bars and bedforms*) [4].

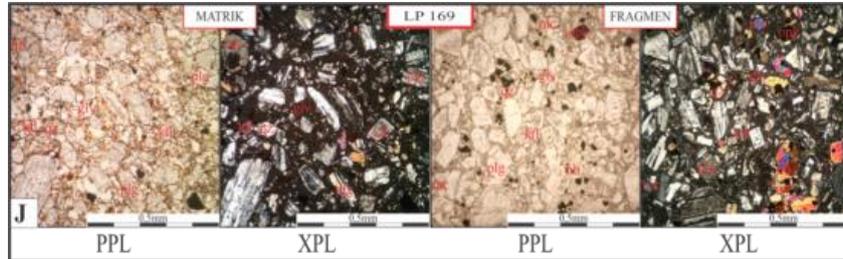


Gambar 12. Sayatan tipis pada fasies konglomerat

**Fasies Breksi Konglomeratan**

Memiliki tebal 5,5 meter, termasuk dalam satuan breksi konglomeratan andesit Pucangan. Fasies ini disusun oleh breksi konglomeratan andesit yang semakin ke atas fragmen andesit semakin berkurang berubah menjadi dominan berukuran pasir kasar. Secara petrografi matriknya memiliki nama *Arcosic wacke* [6], dan fragmennya merupakan batuan beku *andesite* (Streckeinsen, 1976) (Gambar 13), berstruktur masif, yang bergradasi dari *grain supported* menjadi *matrik supported* menjadi penciri dari mekanisme aliran yang pekat (endapan laharik),

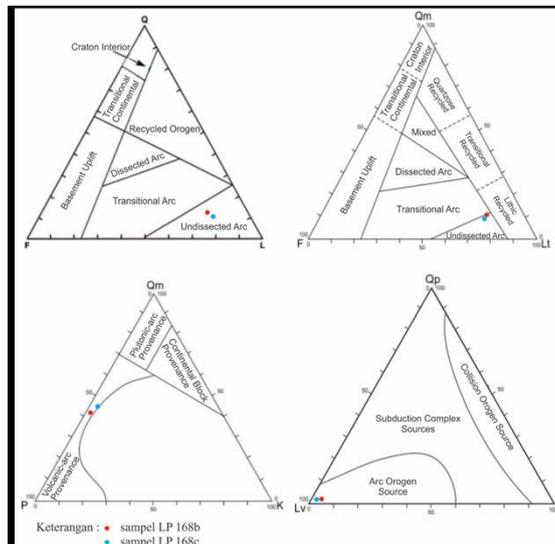
fragmen membulat terbentuk lebih dahulu dan terbawa oleh banjir laharik, penulis memasukkan fasies ini ke dalam fasies Gmg (*Matrix supported – normal graded*), dan Gmm (*Matrix supported - massive gravel*), sehingga dapat dimasukkan ke dalam asosiasi fasies SG (*Sediment gravity flows*) [4].



Gambar 13. Sayatan tipis dari breksi konglomeratan andesit

**Analisis Provenance**

Analisis *provenance* dilakukan menggunakan dua sampel sayatan tipis dari batupasir, dan matrik dari konglomerat.



Gambar 14. Hasil *plotting* segitiga (Q-F-L) pada dua sampel breksi konglomeratan andesit Pucangan

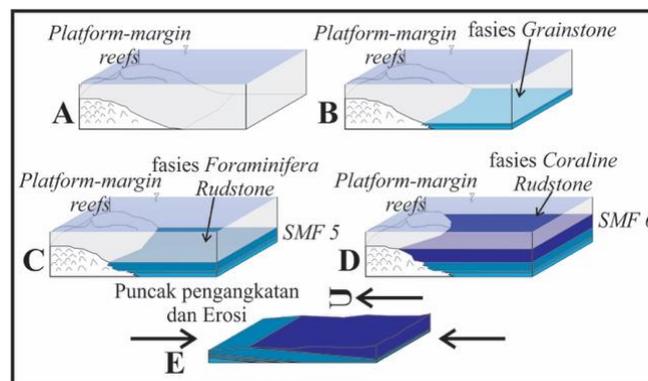
Hasil *plotting* pada empat segitiga Q – F – L menunjukkan bahwa kedua sampel merupakan batuan dengan asal material dari *undissected arc* tetapi sudah mulai mendekat ke *transitional arc*, yang berarti ketika material terendapkan tubuh gunung api sudah tererosi tetapi masih dalam tahap awal. Lalu plagioklas feldspar hadir sangat dominan dibandingkan dengan k-feldspar yang hadir dalam jumlah sedikit saja menunjukkan bahwa *provenance* berasal dari *volcanic-arc*, serta hampir tidak hadirnya polikristalin kuarsa, dan litik yang sangat didominasi oleh batuan beku, dan gunung api menunjukkan bahwa material sedimen berasal dari *arc-orogen soucre* (Gambar 14). Jika dikaitkan dengan tataan geologi daerah pada kala Miosen akhir puncak vulkanisme busur vulkanik Pulau Jawa (Pegunungan Selatan) telah berakhir, namun dengan adanya hasil analisis *provenance* ini dapat menggambarkan bahwa pada kala Pleistosen masih ada aktivitas vulkanisme yang materialnya mengisi cekungan pada saat itu.

**Pembahasan**

Kombinasi dari dua atau lebih fasies yang membentuk suatu tubuh batuan dalam berbagai skala, dan kombinasi akan membentuk kenampakan susunan stratigrafi dengan ciri tertentu yang kemudian disebut sebagai asosiasi fasies. Dalam penentuan asosiasi fasies tidak hanya melihat satu unit fasies atau satu model fasies namun gabungan dari beberapa fasies/model fasies yang ada.

Pada pembagian asosiasi fasies batuan karbonat mengacu pada *Standard Microfacies Type* menurut Flugel, 1982; modifikasi dari Wilson, 1975, dan standard litofasies sistem fluvial menurut Miall [4] dengan masing-masing asosiasi fasies memiliki model fasies penyusun yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis penampang stratigrafi terukur, terjadi perubahan fasies dari yang awal mulanya batugamping dengan tebal 47,8 meter, berubah menjadi batuan non karbonat berupa batupasir, konglomerat, dan breksi konglomeratan dengan tebal 13,5 meter. Hal ini yang menjadi dasar dari penulis untuk menggunakan model fasies yang berbeda.

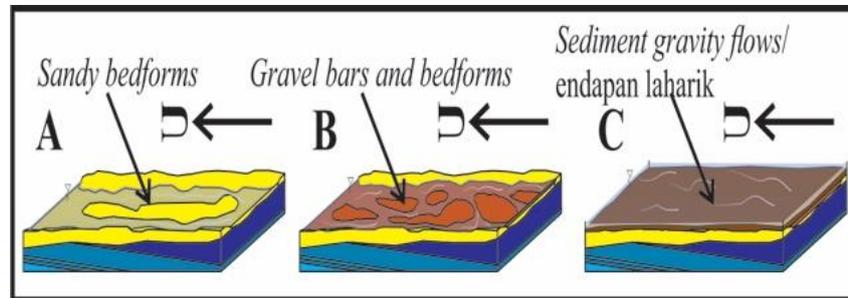
Fasies yang pertama menurut *Standard Microfacies Type* menurut Flugel, 1982; modifikasi dari Wilson, 1975, termasuk ke dalam SMF 5 (*Bioclastic Grainstone, dan Foraminifera Rudstone*), sedangkan fasies di atasnya termasuk ke dalam SMF 6 (*Coraline Rudstone*), yang jika digabungkan akan bertemu pada asosiasi fasies Fz4, sehingga ketika dikorelasikan dengan sabuk fasies paparan karbonat asosiasi fasies ini berada pada lingkungan pengendapan *Slope*, yang berada di tepi paparan ke arah laut (<200 meter) pada umumnya disusun oleh material hasil reworked dari paparan, dengan ukuran butir bervariasi seperti foraminifera besar, foraminifera kecil jenis bentonik, dan jenis planktonik. Dari fasies *Bioclastic Grainstone*, fasies *Foraminifera Rudstone*, hingga *Coraline Rudstone* ukuran fragmennya semakin bertambah besar, ini menunjukkan bahwa arus yang terjadi pada saat proses pengendapan mengalami peningkatan (*turbid*) sehingga dapat membawa material yang berukuran besar, serta dapat diimplementasikan bahwa terjadi kenaikan muka air laut. Terjadi sedikit perubahan lingkungan, walaupun tetap pada *Slope* dari paparan karbonat. Perubahan jenis fosil dari yang tadinya didominasi oleh foraminifera, berubah menjadi pecahan coral, diinterpretasikan bahwa lingkungan pengendapan bergerak lebih mendekati dengan pusat *reefs* dari paparan karbonat tersebut (Gambar 15).



**Gambar 15.** Proses pengendapan satuan batugamping Klitik hingga fase puncak pengangkatan lalu tererosi

Pengangkatan sudah dimulai sejak kala Pliosen dimana pada saat itu terendapkan satuan batugamping Klitik, setelah itu terjadi puncak pengangkatan regional terjadi pada kala Pleistosen, mengakibatkan terjadinya kenaikan cekungan ke darat (Gambar 16). Fasies selanjutnya menurut standard litofasies sistem fluvial menurut Miall [4], termasuk ke dalam fasies FI (Batupasir litik), karena terbatasnya data struktur batuan maka fasies FI ini penulis masukkan ke dalam asosiasi fasies SB (*Sandy bedforms*), fasies di atasnya adalah perulangan antara Gt (Konglomerat silang siur), dan St (batupasir silang siur), dengan data tersebut penulis memasukkannya ke dalam asosiasi fasies GB (*Gravel bars and bedforms*), setelah itu di atasnya lagi dijumpai fasies Gmg (Breksi konglomeratan gradasi normal), dan Gmm (Breksi

konglomeratan masif), sehingga dapat dimasukkan ke dalam asosiasi fasies SG (*Sedimen gravity flows*). Dari data tersebut jika dicocokkan dengan model pengendapan lingkungan fluvial yang dibuat oleh Miall [4], lingkungan pengendapan berada pada lingkungan fluvial dengan jenis *Braided Stream Fluvial* (sungai teranyam).



**Gambar 16.** Mekanisme pengendapan satuan breksi andesit

Setelah terjadi pengangkatan, arus sungai pembawa material sedimen relatif tenang sehingga membentuk SB (*sandy bedforms*) yang disusun oleh batupasir dengan mekanisme pengendapan *bed-load*, setelah itu terjadi kenaikan energi sehingga mekanisme transportasi berubah, menjadi *very high bed-load* yang membentuk GB (*Gravel bars and bedforms*) yang menghasilkan konglomerat dengan struktur silang siur. Kesetabilan *channel* yang rendah pada *sandy bedforms* mengakibatkan bagian atas dari fasies batupasir litik tergerus ketika terjadi pengendapan fasies konglomerat. Fase pengendapan konglomerat selesai, terjadi kenaikan arus yang sangat signifikan, membawa material yang sudah ada sebelumnya sehingga ada pencampuran antara fragmen berbentuk menyudut (dominan) dengan fragmen berbentuk membulat mengakibatkan terbentuknya fasies breksi konglomeratan yang membentuk asosiasi SG (*Sedimen gravity flows*) yang menghasilkan breksi konglomeratan andesit, hal ini menunjukkan terjadinya sedimentasi pada endapan lahar di Formasi Pucangan yang terjadi pada lingkungan *braided stream fluvial* (Gambar 16).

#### 4. KESIMPULAN

Satuan batugamping Klitik berumur Pliosen akhir diendapkan pada lingkungan karbonat tertutup dengan kedalaman <200m, tepatnya pada bagian *Slope*. Memiliki kontak dengan satuan breksi konglomeratan andesit Pucangan di endapkan pada lingkungan fluvial, tepatnya *braided stream fluvial* disusun oleh material hasil resedimentasi pada gunung api aktif. Perubahan lingkungan pengendapan yang harusnya terjadi secara bertahap dan bergradasi tidak terekam secara baik di daerah penelitian, sehingga ada waktu yang tidak diwakili oleh pengendapan batuan, maka dari itu terjadi ketidakselarasan antara Formasi Klitik dengan Formasi Pucangan.

#### 5. SARAN

Karena satuan breksi konglomeratan Pucangan yang memiliki *provenance* berupa material gunung api yang diperkirakan masih aktif pada kala Pleistosen awal, maka diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui secara pasti asal dari material penyusun satuan breksi konglomeratan Pucangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Hil Gendoet Hartono, S.T., M.T. dan Herning Dyah Kusuma Wijayanti, S.T., M. Eng yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Hall, R., 2012. *Late Jurassic – Cenozoic Reconstruction of The Indonesian Region and The Indian Ocean*. Tectonophysics, 570-571, pp. 1-41.
- [2] Onggi Yudha, 2019. *Geologi dan Dinamika Sedimentasi Formasi Kerek pada Lintasan Banyuurip Daerah Kiyonten dan Sekitarnya, Kcamatan Kasreman, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur*. Skripsi S1, STTNAS, Yogyakarta (Tidak diterbitkan).
- [3] Pringgoprawiro H., dan Sukido., 1992, *Peta Geologi Lembar Bojonegoro, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [4] Miall, A.D, 1999. *Principles of Sedimentary Basin Analysis 3rd*. Toronto: Springer
- [5] Dickinson, W.R., dan Suczek, C.A., 1979., *Plate Tectonic and Sandstone Composition*, AAPG Bull, Vol.63 No. 12, 2164 – 2182 p.
- [6] Pettijohn, F.J., 1975, *Sedimentary Rocks, 3rd ed.*, Harper and Row Publishing Co., New York, 628h.