

PERUBAHAN LINGKUNGAN SITUS TRINIL SEJAK KALA PLIOSEN

M. Rais Fathoni

(Seksi Pengembangan BPSMP Sangiran)

Abstrak

Situs Trinil terletak di Kabupaten Ngawi berada di lingkungan aliran Sungai Bengawan Solo. Nama "Trinil" mulai banyak diperbincangkan para kalangan ilmuwan sejak ditemukannya atap tengkorak dan tulang paha *Pithecantropus erectus* oleh Eugene Dubois pada tahun 1891. Situs Trinil masih menyimpan banyak rahasia yang terkandung dalam endapan sedimennya, maka perlu dilakukan pengambilan data kembali termasuk salah satunya adalah data geologi. Metode survei primer dan metode survei sekunder untuk pengumpulan data, dan metode analisis digunakan untuk penyusunan pengolahan data geologi Situs Trinil

Berdasarkan geomorfologi Situs Trinil termasuk dalam bentuk lahan fluvial dataran bergelombang landai. Stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh beberapa satuan batuan yaitu dari tua ke muda : satuan batugamping (Formasi Kalibeng) berumur Pliosen Awal-Akhir mencirikan lingkungan laut dalam-dangkal, satuan breksi vulkanik (Formasi Pucangan) berumur Pleistosen Awal mencirikan fasies vulkanik lingkungan darat, satuan batupasir (Formasi Kabuh) berumur awal Pleistosen Tengah mencirikan lingkungan sungai (darat) dan begitupula endapan teras. Berdasarkan pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan pada breksi vulkanik dan batugamping menunjukkan jurus lapisan cenderung berarah ke timur dan menunjukkan struktur geologi berupa monoklin.

Kata kunci : Trinil, stratigrafi, lingkungan

Abstract

Trinil Site located in Ngawi along the Bengawan Solo River. The name of "Trinil" became the topic of conversation scientists since the discovery of the roof of the skull and femur *Pithecantropus erectus* by Eugene Dubois in 1891. Trinil Site has a lot of secrets in the sediment sludge, so we need data collection, including geological data. Survey methods of primary and secondary survey methods for data collection and analysis methods used in the preparation of geological data processing in Trinil Site. Based on geomorphology, Trinil Site included in fluvial landform sloping undulating terrain. Stratigraphy study area composed by several lithologies from old to young : unit limestone (Kalibeng Formation) aged Early Pliocene - End characterizes marine environment in the shallow, unit volcanic breccia (Pucangan Formation) aged Early Pleistocene characterizes facies volcanic terrestrial environments , units of sandstone (Kabuh Formation) aged early Middle Pleistocene characterizes river environment (land) and also precipitate a terrace. Based on the measurements strike and slope of the rock layers on volcanic breccia and limestone show that layer strike tend toward to the east and show that geological structure in the form of monoclin.

Keywords : Trinil, stratigraphy, environment.

I. Pendahuluan

Situs Trinil terletak di wilayah Kabupaten Ngawi, Jawa Timur berjarak sekitar 60 km ke arah timur laut dari Solo. Situs Trinil ini berada di sekitar aliran Sungai Bengawan Solo. Nama "Trinil" mulai banyak diperbincangkan masyarakat dunia khususnya para kalangan ilmuwan sejak ditemukannya atap tengkorak dan

tulang paha *Pithecanthropus erectus* oleh seorang dokter asal Belanda Marie Eugene Francois Thomas Dubois atau lebih dikenal dengan nama "Eugene Dubois" pada tahun 1891. Maka saat itu "Trinil" telah membawa nama Hindia Belanda (Indonesia) ke kancah dunia internasional khususnya dalam hal ilmu pengetahuan. Atas temuan Dubois tersebut, maka sejak saat itu mulailah muncul ilmu pengetahuan yang relatif baru yaitu paleoantropologi di Indonesia.

Karena tertarik dengan penemuan Dubois di Trinil, pada tahun 1907-1908 Emili dan Lenore Salenka mengadakan ekspedisi penggalian besar-besaran di sekitar lokasi penemuan *Pithecanthropus erectus* oleh Dubois. Hasilnya hanya menemukan fosil-fosil vertebrata dan tidak menemukan satupun fosil manusia. Setelah itu pada tahun 1911, Carthaus dan Dozy yang termasuk dalam anggota ekspedisi tersebut telah melakukan kajian geologi dan stratigrafi di lokasi tersebut untuk yang pertama kali. Kemudian van Es pada tahun 1931 dan Duyfjes pada tahun 1936 mempublikasikan hasil penyelidikan geologi di lokasi tersebut (Watanabe dan Kadar, 1985). Hasil penyelidikan Duyfjes tahun 1936 menjadi dasar atau referensi utama untuk kajian-kajian selanjutnya.

Pada tahun 1976 dan 1979, Badan Survei Geologi Indonesia yang bergabung dengan *Quaternary Scientists of Japan* (CTA-41 Project) telah menghasilkan peta geologi dengan skala 1:250. Selain itu, pada tahun 1984 survei gabungan tersebut melakukan penelitian untuk mengkonfirmasi posisi stratigrafi *Pithecanthropus erectus* oleh Dubois (Watanabe dan Kadar, 1985). Setelah itu publikasi tentang penelitian-penelitian di Trinil tidak terdengar lagi sampai masa yang lama. Publikasi terkait Situs Trinil baru muncul lagi pada tahun 2014 yaitu mengenai koleksi temuan Dubois berupa cangkang kerang hasil budaya *Homo erectus* yang ditulis oleh Josephine C. A. Joordens dkk. Dengan judul *Homo erectus at Trinil on Java used shells for tool production and engraving*. Selain itu, pada tahun 2009 BPSMP Sangiran mengadakan penelitian berupa penggalian pada endapan pasir fluvio-vulkanik Formasi Kabuh, selain mendapatkan gambaran stratigrafi, penggalian ini juga menemukan fosil vertebrata baik fragmen kecil-kecil sampai hampir utuh dalam jumlah yang cukup banyak.

Situs Trinil masih menyimpan banyak rahasia pengetahuan yang terkandung dalam endapan sedimennya. Untuk itu perlu dilakukan pengambilan data kembali demi mengungkap pengetahuan situs tersebut, salah satunya adalah dengan pengambilan data geologi yang dilakukan oleh BPSMP Sangiran pada tahun 2015.

Pengambilan data awal geologi yang dilakukan adalah dengan melakukan *tracking* di sebagian lokasi singkapan penelitian sebelumnya. Data yang terkumpul tersebut akan menguatkan atau bahkan menambah data yang telah ada selama ini. Adapun tujuan akhir dari pengolahan data geologi yang terkumpul ini adalah untuk mengetahui stratigrafi dan proses sedimentasi di Situs Trinil. Selain itu data stratigrafi ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian mengenai konteks temuan.

Adapun untuk pengumpulan data geologi yang dilakukan di Situs Trinil dengan metode sebagai berikut:

1. Metode Survei Primer yaitu survei yang dilakukan untuk mendapatkan data secara langsung di lapangan. Selama survei lebih memfokuskan pada survei geo-arkheologi di sekitar Situs Trinil
2. Metode Survei Sekunder yaitu survei yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang sudah diolah atau

data-data sekunder mengenai segala informasi geologi. Pengumpulan data sekunder ini dilakukan dengan cara mengumpulkan bahan referensi yang sesuai dan relevan terhadap topik penelitian.

Sementara metode analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif. Metode kualitatif merupakan pendekatan yang digunakan untuk menganalisis data yang tidak dapat diterjemahkan dalam bentuk angka-angka. Penggunaan metode ini lebih bersifat deskriptif dengan memberikan gambaran dan penjelasan mengenai wilayah survei.

II. Tatanan Geologi

A. Geomorfologi

Secara umum Daerah Pegunungan Kendeng merupakan garis yang horizontal, semua punggung-punggung mempunyai tinggi yang sama (Basri, 1911). Sementara secara geomorfologi daerah Situs Trinil termasuk dalam bentuk lahan fluvial dataran bergelombang landai. Bentuk lahan fluvial ini dapat dicirikan dengan adanya kenampakan bentuk dan/atau morfologi sungai. Morfologi sungai dapat diamati dari lingkungan sungai itu sendiri atau dapat dilihat berdasarkan endapan sungai. Terdapat beberapa jenis endapan sungai, salah satu endapan yang terlihat dari Sungai Bengawan Solo ini adalah endapan teras yang bervariasi ketebalannya. Endapan teras ini juga memiliki rentang umur pengendapan yang berbeda-beda pula. Selain itu endapan teras Sungai Bengawan Solo memiliki ciri kenampakan dominan yang mencerminkan sedimen yang dibawa banjir diendapkan berupa gosong (*point bars*). Ciri dominan mengarah kepada susunan bagian bawah endapan dimaksud yaitu berkisar dari kerikil-kerakal hingga konglomerat berlapis buruk; dengan sebagian dari padanya ditutupi oleh sedikit pasir tufaan terlitifikasi (Herman, 2011).

Sebaran endapan teras yang terkenal di Pulau Jawa merupakan contoh lain sedimen sungai purba yang ditemukan di sepanjang Bengawan Solo. Distribusinya dipercaya mengikuti aliran sungai purba yang melintasi dua wilayah Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, membentuk pola aliran meander pada wilayah perbukitan Kendeng. Endapan teras tersebut dikenal mengandung fosil-fosil yang berguna untuk penelitian palaeontologi dan arkeologi. Zuidam (1985) telah mengenali beberapa unsur di dalam sistem meander Bengawan Solo yang meliputi dataran banjir (*flood plain*), tanggul (*levee*), rawa-rawa di belakang tanggul (*back swamp*), gosong (*point bar*) yang telah menjadi teras, danau *oxbow*, dan *crevasses splay* (Herman, 2011).

Sartono (1976) serta Sidarto dan Morwood (2004) dalam Herman (2011) mengidentifikasi bahwa formasi-formasi teras Bengawan Solo merupakan endapan-endapan point bar dari suatu sistem sungai meander, dengan masing-masing umur yang berbeda berkisar dari Plistosen Awal hingga Sub-Resen. Teras pada umumnya terdiri atas perlapisan pasir hingga pasir tufaan bersusunan andesitis dan kerakal-kerikil atau konglomerat, yang sebagian di antaranya mengandung fosil-fosil hominid dan vertebrata.

B. Geologi Regional

Situs Trinil dan area sekitarnya secara fisiografi termasuk dalam bagian selatan antikinorium Kendeng. Di area Trinil terdapat batuan sedimen dan vulkanik yang berumur Pliosen hingga Pleistosen dan menunjukkan struktur homoklin dengan dip cenderung ke arah selatan. Berdasarkan pengukuran sayatan geologi sepanjang dari aliran bawah hingga aliran atas Sungai Bengawan Solo (di antara Desa Papungan dan Karanggeneng) menggambarkan stratigrafi Situs Trinil (Watanabe dan Kadar, 1985) yang tersusun oleh:

1. Formasi Kalibeng

Himpunan batuan yang lebih tua merupakan batulempung anggota Formasi Kalibeng dengan ciri tidak berlapis, merupakan fasies laut dalam. Bagian paling atas dari anggota ini terlihat di bagian utara Desa Pentuk yaitu lempung abu-abu kekuningan mengandung foraminifera planktonik diindikasikan berumur Awal Pliosen. Di atas anggota batulempung terdapat anggota batulanau dan batugamping yang merupakan endapan laut dangkal. Batulanau mengandung moluska dan foraminifera bentonik. Sementara batugamping pada bagian bawah terdapat coral dan moluska, dan bagian paling atas merupakan marl (napal) fragmen karbonat terdapat foraminifera planktonik. Berdasarkan data analisis foraminifera, lapisan ini termasuk dalam Formasi Kalibeng yang berumur Pliosen. Setelah terbentuk batulanau dan batugamping tersebut, terendapkan anggota batulempung lain dalam formasi yang sama. Berwarna abu-abu kebiruan terdapat fragmen berbentuk bulat berupa batuan karbonat berukuran milimeter hingga 5 cm dan mengandung foraminifera planktonik.

2. Formasi Pucangan

Formasi Pucangan merupakan unit yang lebih muda terbentuk setelah Formasi Kalibeng. Terdiri dari breksi vulkanik dan perselingan batulempung dan batulanau abu-abu. Komposisi breksi vulkanik terdiri dari matriks berupa tuff, fragmen dominan berupa andesit berbentuk agak bulat-bulat berukuran milimeter-5 cm.

3. Formasi Kabuh

Formasi Kabuh terendapkan di atas Formasi Pucangan secara tidak selaras dengan tebal 45-53 m. Komposisi dominan terdiri dari batupasir, batulanau dengan perselingan lapisan kerikil. Batupasir mempunyai ukuran butir pasir halus-sedang dan dijumpai stuktur silang siur. *Pithecanthropus erectus* | dari Dubois (1894) telah dikonfirmasi ditemukan pada lapisan kerikil terletak pada bagian bawah (dasar) Formasi Kabuh (JRCP, 1979a).

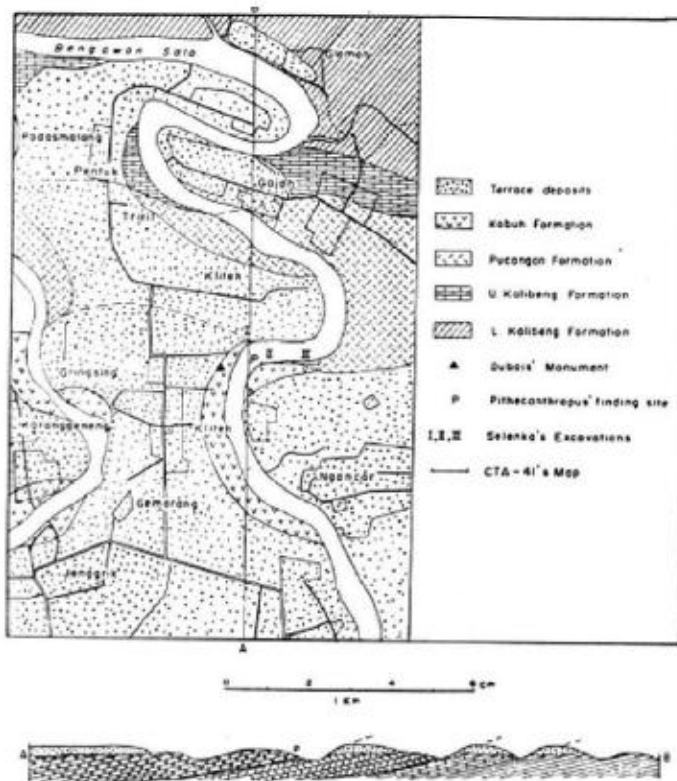
4. Formasi Notopuro

Formasi Notopuro memiliki tebal lebih dari 10 m. Terdiri dari pasir, kerikil dan sebagian terdapat pumice ball

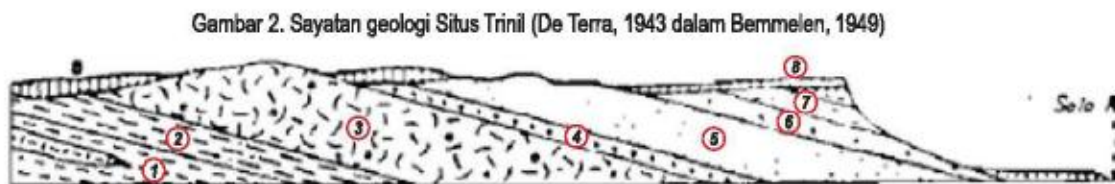
5. Endapan Teras

Endapan teras menutup secara tidak selaras Formasi Kalibeng-Notopuro terdiri dari pasir dan kerikil dengan tebal tidak kurang dari 4 meter.

PERUBAHAN LINGKUNGAN SITUS TRINIL SEJAK KALA PLESTOSEN



Gambar 1. Peta sketsa geologi area Trinil (Duyfjes, 1936 dalam Watanabe dan Kadar, 1985)



Gambar 2. Sayatan geologi Situs Trinil (De Terra, 1943 dalam Bemmelen, 1949)

- | | |
|--|--|
| 1. Lempung hitam dengan napal-Globigerina | 5. Batupasir-tuff abu-abu dengan sisa tumbuhan |
| 2. Lempung pasir | 6. Batupasir abu-abu, lanau dengan fosil |
| 3. Lahar konglomerat (bagian bawah Pleistosen) | 7. Tuff pasir abu-abu |
| 4. Lapisan Fosil | 8. Teras |

C. Data Lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan geologi di lapangan, stratigrafi di daerah Trinil tersusun atas 4 (empat) satuan batuan/ litologi utama. Secara umum kebanyakan batas antar litologi tidak terlihat secara jelas, namun di beberapa tempat batas (kontak) batuan masih tampak walaupun sudah mengalami deformasi. Hal tersebut disebabkan oleh proses fluviatil yang utama adalah proses sedimentasi dan transportasi yang cenderung mengendapkan material baru sehingga sebagian menutup singkapan batuan. Berikut ini merupakan deskripsi litologi dan stratigrafi Situs Trinil (berurutan dari tua ke muda).

1. Satuan Batugamping (Formasi Kalibeng)

Satuan batugamping tersingkap di bagian sisi utara Situs Trinil yaitu pada beberapa lokasi sebagai berikut :

- (a). Sungai bagian timur (*lower stream*), berada di tepi kanan sungai tepatnya terletak pada lokasi 4 dan 4.1 (lihat pada ilustrasi gambar 17). Di lokasi 4 tersingkap satuan batugamping dengan ciri batugamping kristalin, berwarna coklat kekuningan, berukuran butir lempung-pasir halus, mengandung kristal kalsit, sangat kompak. Kemudian di bawahnya terdapat lapisan lempung, berwarna biru, tidak berlapis, agak lunak, ketebalan minimal 1 (satu) meter, tidak diketahui batas lapisan di bawahnya.



Gambar 3. Batugamping dan lempung biru

Titik lokasi 4.1 berada tidak jauh dari dari titik sebelumnya lokasi 4, berjarak sekitar 150 m di sebelah utara terdapat singkapan perlapisan batugamping, berwarna coklat keputihan, berukuran butir lempung-pasir halus, terdapat fragmen koral dan cangkang moluska, sangat kompak dengan jurus dan kemiringan $N 95^{\circ}E / 15^{\circ}$.



Gambar 4. Batugamping dengan fragmen koral dan cangkang moluska

- (b). Sungai bagian utara (*upper stream*), berada di tepi kanan sungai tepatnya terletak pada lokasi 5 (lihat pada ilustrasi gambar 17). Di lokasi ini tersingkap perlapisan batugamping, berwarna putih kecoklatan, berukuran butir lempung-pasir kasar, pada bagian paling bawah terdapat lapisan berukuran lempung kaya akan fragmen cangkang moluska, kemudian lapisan pasir kasar-sedang menghalus ke atas mengandung cangkang moluska tebal sekitar 1 meter, lapisan paling atas berukuran pasir halus dengan sortasi yang baik, kompak.



Gambar 5. Batugamping di tepi kanan sungai bagian utara Situs Trinil

- (c). Sungai bagian barat (*upper stream*), berada di tepi kanan sungai tepatnya terletak pada lokasi 6 (lihat pada ilustrasi gambar 17). Singkapan batugamping di lokasi ini adalah perlapisan (?) batugamping : pada bagian bawah batugamping berwarna putih, ukuran butir pasir halus-sangat halus, kaya akan cangkang moluska, agak lepas. Di atasnya terdapat batugamping berwarna putih, ukuran butir pasir halus, sortasi baik, kompak dan keras. Kemudian lapisan paling atas adalah batugamping, berwarna putih, ukuran butir pasir sedang, terdapat banyak rombakan koral, sedikit dijumpai fosil cangkang moluska, kompak. Jurus dan kemiringan lapisan ini adalah $N 85^{\circ}E / 8^{\circ}$.

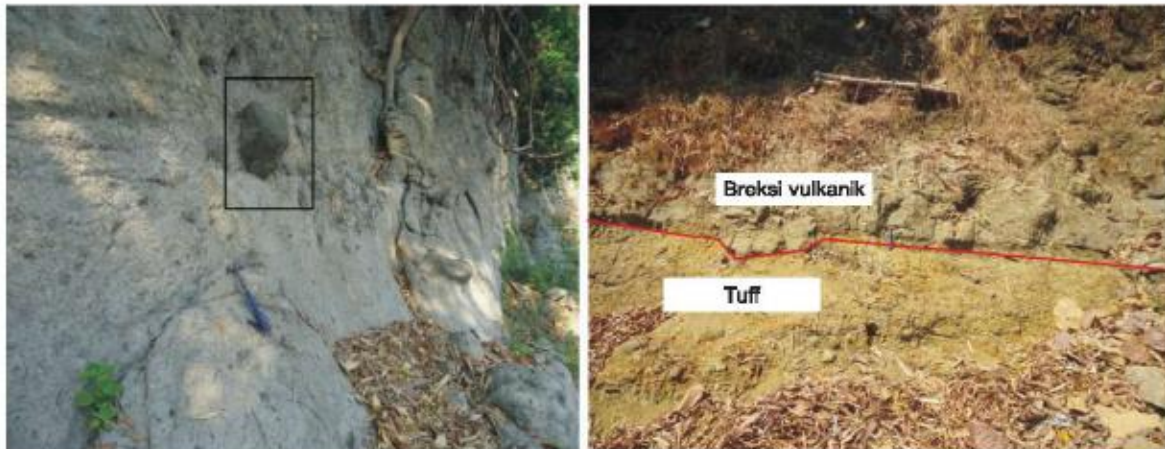


Gambar 6. Batugamping dan fragmen cangkang moluska (gastropoda) di tepi kanan sungai bagian barat Situs Trinil

2. Satuan Breksi Vulkanik Anggota Formasi Pucangan

Satuan breksi vulkanik tersingkap di bagian sisi tengah Situs Trinil pada beberapa lokasi seperti berikut.

- (a). Sungai bagian timur (lower stream), di tepi kanan sungai lokasi 3 dan tepi kiri sungai lokasi 2 (lihat pada ilustrasi gambar 17). Lokasi 3 dan lokasi 2 menunjukkan karakter litologi yang hampir sama berupa breksi vulkanik, berwarna coklat kekuningan, matrik berukuran lempung-pasir yang terdiri dari material tuff dengan fragmen berukuran kerikil-bongkah (>25 cm) dominan andesite, tuff, dan di beberapa tempat terdapat rombakan konglomerat, kompak. Selain breksi vulkanik juga dijumpai lapisan tuff, berwarna kuning kecoklatan, matrik berukuran lempung, terdapat fragmen berukuran kerikil andesite, agak lepas cenderung tidak kompak, tebal lebih dari 1 meter. Singkapan di lokasi tebing kiri sungai pada lapisan breksi yang berbatasan dengan tuff menunjukkan jurus dan kemiringan $N 98^{\circ} E / 8^{\circ}$. Secara umum breksi vulkanik memiliki ketebalan yang variatif, berdasarkan pengamatan satuan ini rata-rata memiliki ketebalan lebih dari 3 meter.



Gambar 7. Breksi vulkanik dengan fragmen andesite dan kontak antara breksi vulkanik dengan tuff

Urutan lapisan satuan breksi vulkanik ini tidak diketahui dengan jelas, namun masih dapat dilakukan perkiraan batas *top* dan *bottom* dari satuan ini. Dimulai dari lapisan paling atas (*top*) satuan breksi vulkanik ini dapat diindikasikan berkontak langsung dengan lapisan konglomerat yang merupakan lapisan dasar anggota Formasi Kabuh. Lapisan breksi vulkanik paling atas mempunyai ciri berwarna putih kecoklatan, matrik pasir sedang-kasar, fragmen dominan andesite berukuran kerikil-bongkah berbentuk *subrounded-rounded*, kompak. Kontak lapisan batuan ini berada pada sekitar lokasi bekas penggalian Dubois. Sedangkan bagian *bottom* dari satuan breksi vulkanik ini dapat diperkirakan berkontak dengan bagian atas batugamping anggota Formasi Kalibeng berada di sekitar lokasi 4. Pengamatan lapangan menunjukkan bidang/ batas kontak kedua litologi tidak terlihat secara jelas karena bidang/ batas tersebut sudah mengalami deformasi akibat erosi, namun di lokasi tersebut terlihat jelas perbedaan atau perubahan antara kedua litologi di titik yang berdekatan.



Gambar 8. Bagian atas breksi vulkanik berkontak dengan lapisan konglomerat



Gambar 9. Perkiraan batas kontak satuan breksi vulkanik dengan batugamping

- (b) Sungai pada bagian barat (*upper stream*), di tepi kanan sungai tepatnya terletak pada lokasi 7 da 7.1 (lihat pada ilustrasi gambar 17). Di sungai bagian barat dijumpai breksi vulkanik dengan ciri berwarna abu-abu kecoklatan, matrik dominan berukuran pasir halus berupa tuff, semen silika, fragmen berupa andesite berbentuk menyudut berukuran kerikil-bongkah (>25 cm) dengan posisi mengambang, sortasi buruk, kompak.



Gambar 10. Breksi vulkanik di bagian sungai sisi barat

Di sekitar lokasi ini tidak dijumpai bagian bawah (*bottom*) dari satuan breksi vulkanik yang berkontak langsung dengan batugamping di bawahnya. Namun, kontak bagian atas lapisan breksi vulkanik dengan lapisan dasar dari Formasi Kabuh diperkirakan dijumpai di lokasi sekitar ini tepatnya pada lokasi 7.1. Lokasi ini menunjukkan urutan pelapisan batuan dari breksi vulkanik ke lapisan atasnya yang berumur lebih muda yaitu

batulempung, berwarna hitam, tidak berlapis, agak lunak. Diatasnya terdapat lapisan batupasir, berwarna merah kecoklatan, berukuran butir pasir sedang-kasar, mengkasar ke atas, bagian bawah banyak mengandung oksida besi, silang siur, agak lepas tebal sekitar 1 meter. Kemudian terendapkan lapisan konglomerat, berwarna abu-abu kemerahan, matrik berupa pasir kasar, fragmen berbentuk cenderung bulat berupa andesite berukuran kerikil, terdapat fragmen tuff, kompak, tebal (0.5-1) meter. Lapisan paling atas dari singkapan ini adalah batupasir berwarna merah kecoklatan, berukuran butir pasir sedang-kasar, silang siur, agak lepas.



Gambar 11. Breksi vulkanik kontak dengan batulempung hitam dan batupasir

Di beberapa tempat dijumpai lapisan batupasir dan konglomerat yang mungkin berada diatas (?) dengan breksi vulkanik, hanya saja tidak ditemukan kontak atau batas antara keduanya karena telah tertutup oleh endapan alluvium. Namun, jika diperhatikan berdasarkan urutan stratigrafi di lokasi



Gambar 12. Batupasir dan konglomerat berada di atas breksi vulkanik

lain, pada umumnya lapisan konglomerat berada di atas lapisan breksi vulkanik walaupun di beberapa tempat keduanya tidak berbatasan langsung. Lapisan konglomerat ini dapat diinterpretasikan merupakan lapisan dasar dari Formasi Kabuh yang menumpang secara tidak selaras di atas satuan breksi vulkanik.

3. Satuan Batupasir Anggota Formasi Kabuh

Satuan batupasir tersingkap di bagian sisi selatan Situs Trinil pada beberapa lokasi yaitu lokasi 1, lokasi 7, lokasi 8 dan lokasi 9 (lihat gambar 17. ilustrasi kolom stratigrafi). Satuan batuan ini terendapkan secara tidak selaras di atas satuan breksi vulkanik Formasi Pucangan. Pada bagian dasar Formasi Kabuh tersusun oleh lapisan konglomerat berwarna abu-abu, matrik pasir halus-kasar, fragmen kerikil berbentuk *subrounded-rounded* berukuran butir kerikil dominan andesite, kompak. Satuan batuan ini dapat ditemukan di lokasi 1, lokasi 7, dan lokasi 8. Kemudian di atasnya terdapat lapisan batupasir dan beberapa terdapat lapisan konglomerat. Satuan batupasir pada umumnya berwarna coklat, ukuran butir pasir halus-kasar, silang siur, terdapat fragmen fosil tulang binatang, agak lepas-agak kompak. Pada satuan batuan ini terdapat sisipan lempung vulkanik (tuff) merupakan produk piroklastik jatuhan. Selain itu terdapat lapisan maupun laminasi dari batulempung berwarna hitam, agak lunak pada satuan batuan ini. Batulempung ini dapat dijumpai di lokasi 1, lokasi 7 dan lokasi 9. Di lokasi 7 batulempung ini terendapkan di atas breksi vulkanik.



Gambar 13. Satuan Batupasir (Formasi Kabuh)



Gambar 14. Konglomerat sebagai lapisan dasar anggota Formasi Kabuh
(kiri : sungai sisi barat ; kanan : sungai sisi timur kontak dengan breksi vulkanik)



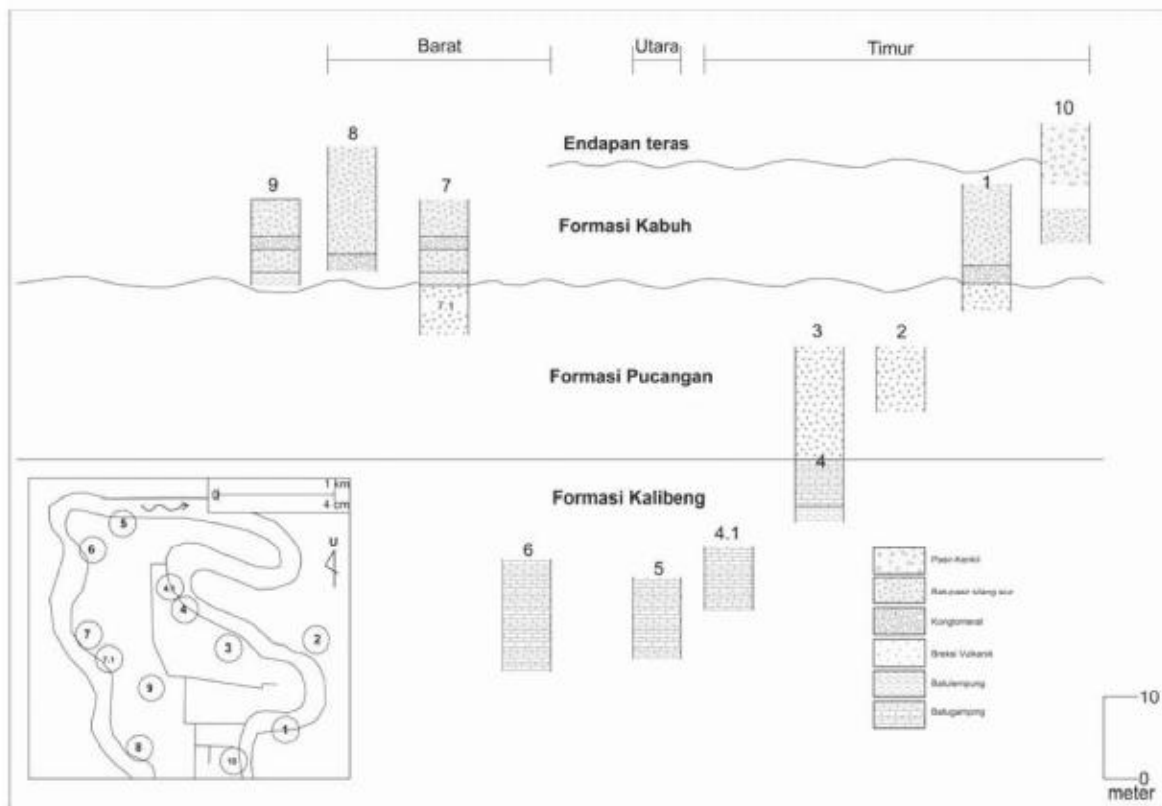
Gambar 15. Lapisan batulempung di lokasi 1 (Formasi Kabuh)

4. Endapan Teras

Endapan teras tersusun oleh beberapa layer yang terdiri dari konglomerat, pasir dan tuff. Endapan ini memiliki penyebaran paling luas, tersebar di bagian tengah atas Situs Trinil memanjang hingga ke arah utara dan terendapkan secara tidak selaras menutup lapisan di bawahnya dari satuan batugamping hingga satuan batupasir. Ciri utama dari endapan ini adalah tidak terkonsolidasi dengan baik atau cenderung mudah lepas. Endapan teras memiliki ketebalan paling sedikit 4 meter. Endapan ini dapat dilihat secara jelas di lokasi 10 (lihat gambar 17).



Gambar 16. Endapan teras yang tersingkap sisa aktivitas penambangan berada di lereng kanan sungai bagian timur (lokasi ST.10)



Gambar 17. Ilustrasi kolom stratigrafi Situs Trinil

III. Pembahasan

Berdasarkan geomorfologi daerah penelitian termasuk dalam bentuk lahan fluvial. Bentuk lahan fluvial sangat dipengaruhi kondisi sungai di daerah tersebut yaitu Sungai Bengawan Solo. Berdasarkan morfologinya, sungai tersebut merupakan sungai dengan stadia tua. Dengan kondisi tersebut, sungai ini merupakan pengontrol terbentuknya morfologi dan topografi di sekitarnya. Kondisi topografi di Situs Trinil cenderung berupa dataran bergelombang landai dengan beda tinggi sekitar 15 meter. Bagian punggung memiliki elevasi sekitar 65-70 meter sedangkan bagian lembah sungai memiliki elevasi sekitar 50-55 meter. Punggung di daerah ini memiliki kenampakan yang relatif datar. Penyusun punggung ini dominan endapan teras namun di beberapa tempat dijumpai endapan alluvium bagian atasnya. Endapan teras ini terbentuk dari proses fluvial yang berkembang tergantung lingkungan sungai pada saat pembentukan. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran sementara terhadap endapan teras ini dominan merupakan hasil endapan sistem meander sungai mencerminkan sedimen point bar.

Kondisi topografi daerah penelitian terbentuk karena dominan proses fluvial. Proses fluvial yang berkembang meliputi proses erosi, transportasi dan sedimentasi. Proses erosi menyebabkan tersingkapnya beberapa satuan batuan terutama satuan batuan yang berumur Pliosen hingga Pleistosen. Namun, proses tersebut kemudian diikuti oleh proses transportasi dan sedimentasi yang menyebabkan sebagian singkapan tertutup oleh material baru (resen) atau biasa disebut endapan alluvium di beberapa tempat juga tertutup oleh endapan teras. Karena stadia sungai ini cukup tua, material yang tertransport dan terendapkan cenderung relatif lebih tebal.

Stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh beberapa satuan batuan, yaitu (dari tua ke muda) satuan batugamping (Formasi Kalibeng), satuan breksi vulkanik (Formasi Pucangan), satuan batupasir (Formasi Kabuh) dan endapan teras. Berdasarkan pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan pada breksi vulkanik dan batugamping menunjukkan jurus lapisan cenderung berarah ke timur.

Berikut ini merupakan analisis mengenai lingkungan pengendapan dan perkiraan usia relatif dari masing-masing satuan batuan dari tua-muda:

1. Satuan batugamping Formasi Kalibeng, pada bagian bawah terdapat batulempung karbonatan kaya akan foraminifera dan mencirikan lingkungan laut dalam berumur Pliosen Awal (Watanabe dan Kadar, 1985). Kemudian bagian atas Formasi ini dijumpai batugamping terdapat fragmen cangkang moluska dan koral, kemudian bagian atas terdapat batulempung biru. Endapan ini mencirikan fasies batugamping sehingga dapat diinterpretasikan pada Kala Pliosen Akhir daerah tersebut merupakan lingkungan laut dangkal.
2. Satuan breksi vulkanik terendapkan secara selaras terendapkan di atas batugamping Formasi Kalibeng. Menurut (Datun dkk., 1996) dalam Peta Geologi Lembar Ngawi, Formasi Pucangan berumur Pleistosen Bawah. Satuan batuan ini mencirikan fasies vulkanik dan mengindikasikan bahwa pada kala tersebut terjadi perubahan lingkungan dari laut dangkal menuju lingkungan darat.
3. Kemudian di atas breksi vulkanik terendapkan secara tidak selaras satuan batupasir, silang siur,

interkalasi lempung, sisipan lempung vulkanik (tuff) terdapat lapisan konglomerat pada bagian dasarnya. Sebagian singkapan menunjukkan lapisan konglomerat ini berbatasan langsung dengan lapisan breksi di bawahnya. Selain itu, satuan batuan ini mengandung banyak fosil tulang binatang terutama mammalia. Fosil tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam penentuan umur relatif dalam konteks biostratigrafi. Berdasarkan jenis fosil fauna Trinil dalam konteks stratigrafi, fosil ini berada pada Formasi Kabuh yang berumur sekitar 1 juta tahun yang lalu sekitar awal Pleistosen Tengah. Satuan batuan ini terendapkan pada lingkungan sungai berupa point bar-sungai teranyam.

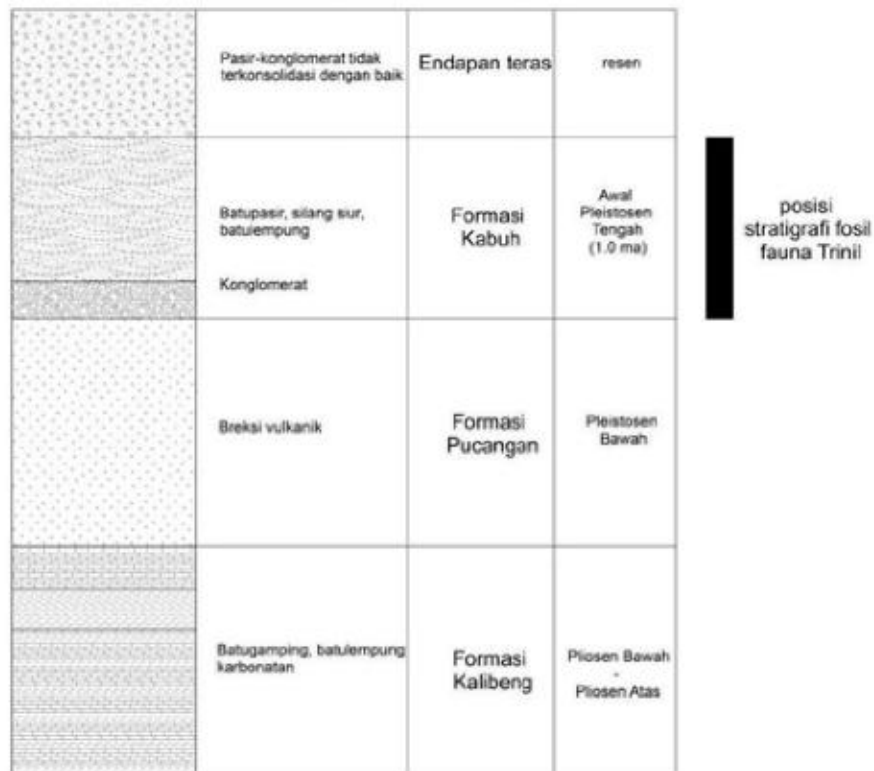


Gambar 18. Biostratigrafi fauna regional Jawa kurun waktu Pleistosen

(sumber : de Vos et al., 1997, van den Berget al., 2001, de Vos dan Vu dalam Hertler dan Rizal, 2005 dalam Jatmiko dkk. 2013 dengan sedikit modifikasi)

4. Endapan resen terdiri dari pasir, kerikil yang tidak terkonsolidasi dengan baik. Endapan ini merupakan endapan resen yang terendapkan karena proses fluvial yang berkembang di daerah tersebut. Endapan ini mencirikan lingkungan point bar yang terbentuk jauh setelah Formasi Kalibeng, Formasi Pucangan dan Formasi kabuh terbentuk. Karena banyaknya endapan teras di Sungai Bengawan Solo, sehingga tidak diketahui umur yang jelas dari endapan teras ini.
5. Berdasarkan pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan pada breksi vulkanik dan batugamping menunjukkan jurus lapisan cenderung berarah ke timur dan sedikit mencerminkan struktur monoklin yang berkembang di daerah tersebut. Struktur geologi ini terjadi karena aktivitas endogen. Tidak diketahui secara jelas kapan struktur ini berkembang (terbentuk), namun jika dilihat berdasarkan sayatan melintang oleh (Duyfjes, 1936 dalam Watanabe dan Kadar, 1985) maka dapat diinterpretasikan struktur geologi ini berkembang setelah 1 juta tahun yang lalu atau setelah terbentuknya Formasi Kabuh.

Sejarah geologi daerah Situs Trinil dimulai pada Kala Pliosen. Pada awal Kala Pliosen Situs Trinil merupakan laut dalam kemudian berangsur-angsur terjadi perubahan menjadi laut dangkal pada akhir Pliosen. Hal ini dapat disebabkan karena intensitas tinggi proses tektonik yang terjadi pada Kala Plio-Pleistosen, selain itu dapat pula terjadi bahwa regresi atau penurunan muka air laut menjadi salah satu faktor perubahan tersebut. Memasuki awal Pleistosen, di sekitar daerah ini aktivitas gunung api mengalami kenaikan terbukti dengan terendapkannya produk material breksi vulkanik yang relatif tebal disertai dengan endapan piroklastik sehingga menyebabkan daerah ini berubah menjadi daratan. Selang jeda waktu tertentu pada awal Pleistosen Tengah sekitar 1 juta tahun yang lalu, di daratan ini kemudian berangsur-angsur mengalir air (sungai) di atasnya. Material yang dibawa dari sungai ini (sumber) adalah dominan detritus material vulkanik. Pada kala tersebut binatang vertebrata dan manusia purba hidup di daerah ini. Pada saat itu pula masih terjadi aktivitas vulkanik di sekitarnya, terbukti dengan endapan piroklastik jatuhan yang menyisip di batupasir hasil pengendapan sungai. Setelah itu terjadi proses tektonik (endogen) yang menyebabkan terbentuknya struktur monoklin pada formasi batuan tersebut. Setelah proses tersebut berlangsung, daerah ini masih merupakan dataran fluvial berupa lingkungan sungai hingga saat ini.



Gambar 19. Posisi stratigrafi fosil fauna Situs Trinil

IV. Penutup

Berdasarkan hasil pengumpulan data geologi beserta analisisnya, kondisi stratigrafi dan lingkungan Situs Trinil dapat diketahui sebagai berikut (dari tua-muda).

- a. Satuan batugamping (Formasi Kalibeng) terdiri dari batugamping, batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan. Terendapkan pada lingkungan laut dalam-laut dangkal berumur Pliosen Bawah-Pliosen Atas.
 - b. Satuan breksi vulkanik (Formasi Pucangan) terdiri dari breksi vulkani dan tuff. Keduanya merupakan produk hasil aktivitas vulkanik terbentuk pada peralihan dari lingkungan laut di bawahnya menuju lingkungan darat dan terbentuk pada Kala Pleistosen Bawah.
 - c. Satuan batupasir (Formasi Kabuh) dominan terdiri dari batupasir silang siur dan konglomerat. Terbentuk pada lingkungan point bar-sungai teranyam dan berumur sekitar awal Pleistosen Tengah.
 - d. Endapan teras terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Kalibeng, Formasi Pucangan dan Formasi Kabuh. Dominan terdiri dari pasir dan kerikil. Tidak diketahui umur yang jelas.
 - e. Berdasarkan pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan pada breksi vulkanik dan batugamping menunjukkan jurus lapisan cenderung berarah ke timur dan sedikit mencerminkan struktur monoklin yang berkembang di daerah tersebut.
-

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, B., 1991. *Garis Besar Geomorfologi Pulau Jawa*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Bemmelen, Van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Government Printing Office, Hague, Netherland, vol. IA.
- Datun, M., dkk., 1996. *Peta Geologi Lembar Ngawi Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Herman, Danny Z., 2011. ***Tinjauan Hubungan Formasi Batuan Sedimen dengan Iklim, Contoh kasus: Endapan Teras Bengawan Solo dan Red Beds di Cekungan Sumatra Tengah***. Bandung: Badan Geologi.
- Jatmiko, dkk., 2013. *Laporan Penelitian Arkeologi : Akar Peradaban di Sangiran*. Jakarta: Pusat Arkeologi Nasional
- Watanabe, N., Kadar, D., 1985. *Quaternary Geology Hominid Fossil Bearing Formations in Java : Geology and Stratigraphy of the Trinil Area* (Eds.), Vol. 4, Special Publication. Bandung: Geological Research and Development Centre: Bandung.