GEOLOGI SITUS KOBATUWA, KABUPATEN NGADA-FLORES TENGAH, PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

M. Fadhlan S. Intan

ABSTRAK. Situs Kobatuwa merupakan bagian dari Cekungan Soa (*Soa Basin*) yang termasuk Desa Piga, Kecamatan Soa, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Secara geografis situs ini terletak pada 8°41'17,4" Lintang Selatan dan 121°05'16,4" Bujur Timur.

Bentang alam wilayah situs ini termasuk pada satuan morfologi bergelombang lemah, dengan ketinggian situs adalah 325 meter diatas permukaan air laut. Sungai induk dan anak sungainya memberikan kenampakan pola aliran sentripetal, dan termasuk pada sungai periodik, dan sungai episodik. Batuan penyusun Situs Kobatuwa dan sekitarnya terdiri atas Satuan Tufa (Plestosen Awal-Plestosen Tengah), Satuan Breksi Volkanik (Plestosen Awal-Plestosen Tengah), Satuan Konglomerat (Plestosen Awal-Plestosen Tengah), dan Endapan Aluvial (Holosen). Struktur geologi yang melewati Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah sesar normal (*normal fault*).

Temuan alat litik dan fosil berupa fragmen tulang vertebrata di Situs Kobatuawa dan sekitarnya, telah memberikan informasi tentang aspek pertanggalan dan karakteristik tinggalan budaya di situs ini. Pertanggalan relatif di situs ini diperoleh tarikh sekitar 700.000-60.000 tahun lalu, sedangkan berdasarkan ciri-ciri budayanya memperlihatkan bahwa Situs Kobatuwa memiliki karakter budaya artefak litik dari jenis alat-alat masif.

Kata kunci: Paleolitik, Lingkungan, Sumberdaya Alam

ABSTRACT. The Geology of Kobatuwa Site, Residency of Ngada Central Flores, East Nusa Tenggara. Kobatuwa Site is a part of Soa Basin, which is located at the Piga village, Soa Sub-district, Ngada Regency, East Nusa Tenggara Province. Geographically this site is situated at 8°41'17,4" Southern Latitude and 121°05'16,4" Eastern Hemisphere.

Morphologically, the Kobatuwa Site formed by weakly undulated hills with maximum elevation of about 325 m high above sea level. The main river and its tributaries show centripetal drainage pattern and they belong to periodic and episodic rivers. The rocks unit at the Kobatuwa site and its surroundings are: Tuff Unit (Early to Middle Pleistocene), Volcanic Breccia Unit (Early to Middle Pleistocene), Conglomerate Unit (Early to Middle Pleistocene), and Alluvial Deposits (Holocene). Normal fault is found in the Kobatuwa Site and surroundings.

The lithic and bone fragments of vertebrate fossil bones found at the Kobatuwa Site and its surroundings provide an information of the aspect and the characteristics of the cultural remains at this area. The relative dating of this site reveals 700,000 - 60,000 years BP, and the lithic artifacts from the Kobatuwa Site are classified as the massive tools.

Keywords: Palaeolithic, Environment, Natural Resources

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Flores merupakan salah satu pulau yang terbesar di antara rangkaian gugusan Kepulauan Sunda Kecil (*Lesser Sunda Island*) di Kepulauan Nusantara, di samping Sumbawa dan Timor. Memanjang dengan arah timur-barat sekitar 360 km dengan bagian terlebar Utara-Selatan sekitar 60 km, pulau ini memiliki bentang alam dengan relief bergelombang, perbukitan dan pegunungan. Sebagian besar wilayahnya ditempati struktur gunung api yang sebagian masih aktif dan sebagian lainnya sudah tidak aktif. Puncak-puncak tertinggi, seperti Ineria dan Abulobo, mencapai ketinggian lebih dari 2100 meter di atas permukaan laut. Keberadaan gunung-gunung api ini sangat mempengaruhi kondisi geologi wilayah ini yang sebagian besar tersusun oleh batuan volkanik, berupa lava, aglomerat andesitik, tufa, dan batu pasir. Batuan lainnya adalah batugamping yang terselang-selingi dengan batuan volkanik, khususnya terdapat di wilayah tengah dan barat pulau. Sementara di wilayah pesisir, khususnya di selatan, banyak diisi batugamping koral dengan tebing-tebing pantai yang mencapai ketinggian hingga 500-600 m di atas muka laut.

Kabupaten Ngada adalah satu dari 16 kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur di bagian tengah Pulau Flores, dengan luas 3.037.88 km^2. Secara geografis Kabupaten Ngada terletak pada koordinat 120°45' Bujur Timur dan 8°-9° Lintang Selatan. Batas-batas Kabupaten Ngada, di sebelah utara adalah Laut Flores, di sebelah selatan Laut Sawu, di sebelah timur Kabupaten Ende, dan di sebelah barat Kabupaten Manggarai.

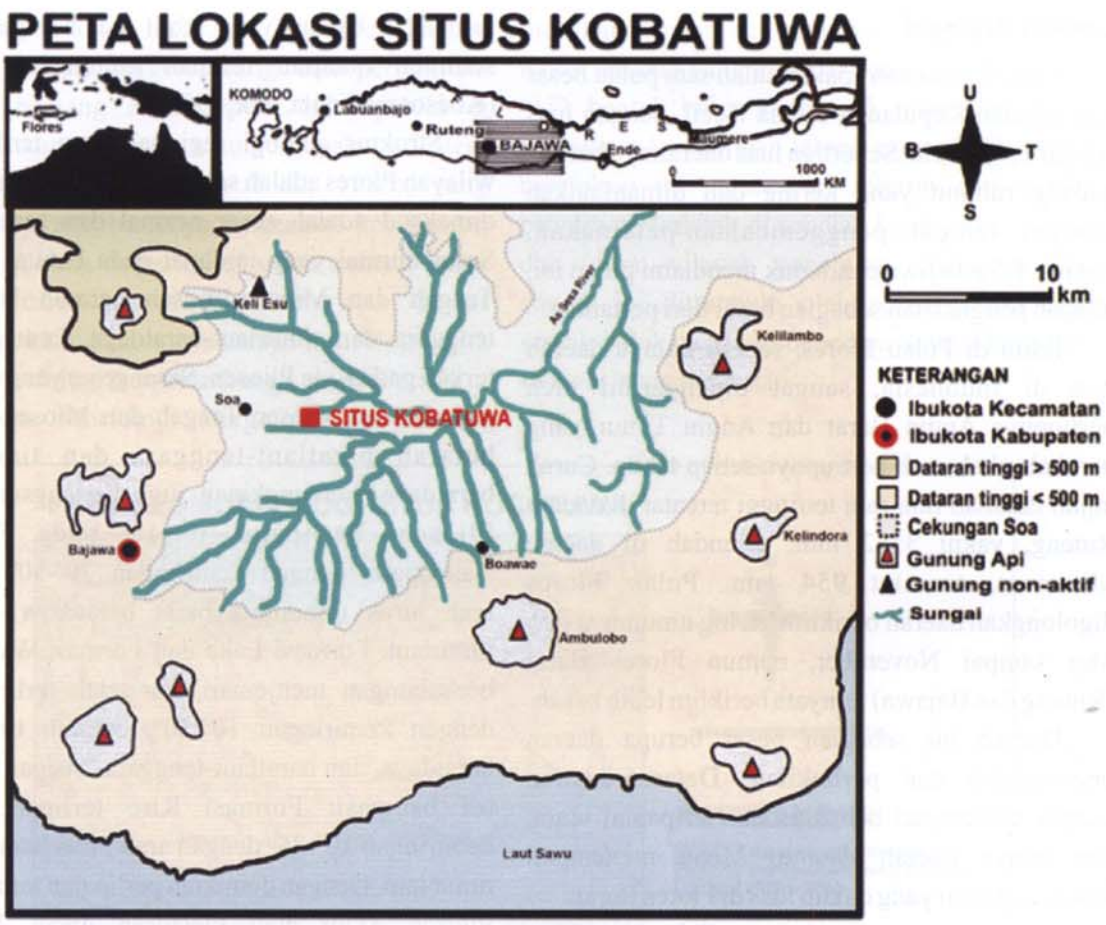
Situs Kobatuwa yang merupakan bagian dari Cekungan Soa (*Soa Basin*) berukuran ± 35 x 22 km, termasuk Desa Piga, Kecamatan Soa, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Situs Kobatuwa dikelilingi oleh beberapa sungai yaitu sebelah barat oleh Sungai Soa Bizu, di timur oleh Sungai Kobatuwa, dan di utara oleh Sungai Wae Meze.

Secara geografis situs ini terletak pada 8°41'17,4" Lintang Selatan dan 121°05'16,4" Bujur Timur dengan ketinggian 325 meter di atas permukaan air laut. Situs Kobatuwa tercantum dalam Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2107-331 (SOA), berskala 1:50.000.

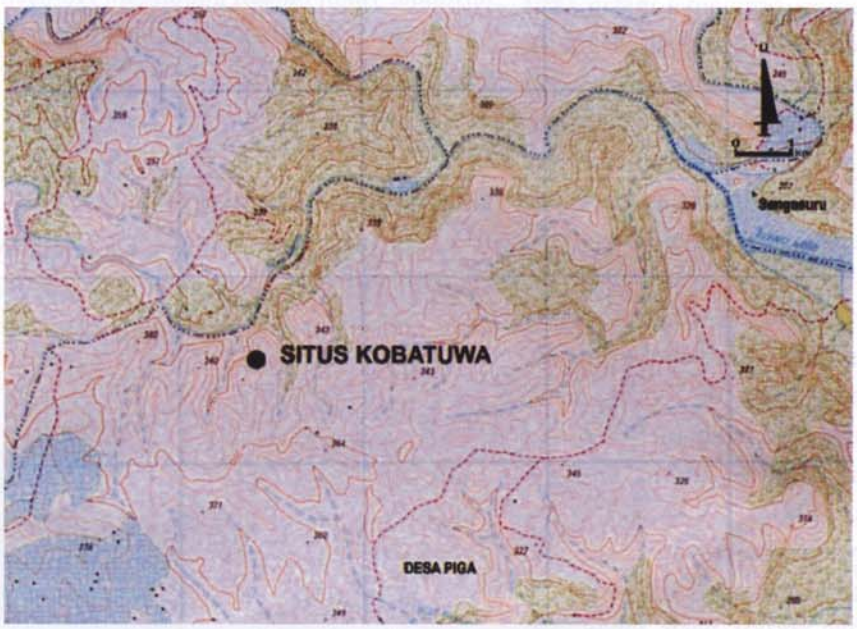
Dalam tulisan ini akan diberikan gambaran tentang kondisi geologi, jenis-nama batuan dan alat-alat litik, dengan tujuan untuk mengungkapkan lingkungan fisik secara utuh dari Situs Kobatuwa dan sekitarnya. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan beberapa metode penelitian, yaitu: a) Survei: mengamati keadaan alam beserta tingkah lakunya, melalui observasi lapangan. Hal-hal yang direkam selama survei adalah geomorfologinya yang mencakup bentuk bentang alam, bentuk sungai beserta stadianya. Kemudian lithologi yang mencakup jenis batuan, batas penyebaran batuan. Selanjutnya struktur geologi yang terdapat di daerah ini. Selama survei akan dilakukan pengambilan sampel batuan dan aluvial yang akan digunakan dalam analisa laboratorium; b) Hasil pengamatan lapangan akan di analisis di laboratorium yaitu, sampel batuan dan alat-alat litik yang ditemukan, akan di analisis melalui analisis petrologi dan; c) Pembuatan peta-peta yang berkaitan dengan kegiatan penelitian, yaitu peta geomorfologi, dan peta geologi.

Data yang digunakan adalah hasil penelitian penulis bersama dengan ahli-ahli prasejarah Puslitbang Arkenas pada tahun 2007.

Diharapkan, tulisan ini yang berupa data dasar, dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian-penelitian lingkungan di wilayah Flores.



Peta 1: Lokasi Situs Kobatuwa yang termasuk wilayah Kabupaten Ngada, Flores Tengah, Nusa Tenggara Timur (Sumber: Jatmiko, 2008 dengan perubahan)



Peta 2: Keletakan Situs Kobatuwa, Soa pada Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2107-331 (SOA), berskala 1:50.000.

Geologi Regional

Pulau Flores merupakan salah satu pulau besar dari deretan Kepulauan Sunda Kecil, dengan luas sekitar 1,9 juta Ha. Sepertiga luas daerahnya berupa padang rumput yang kering dan dimanfaatkan sebagai tempat penggembalaan/peternakan. Sekitar 1,5 juta jiwa penduduk mendiami pulau ini, dengan penghasilan sebagian besar dari pertanian.

Iklim di Pulau Flores, seperti halnya daerah lain di Indonesia, sangat dipengaruhi oleh bertiupnya Angin Barat dan Angin Timur yang berubah-ubah arah bertiupnya setiap tahun. Curah hujan tahunan rata-rata tertinggi tercatat di daerah Ruteng, yakni 3352 mm, terendah di daerah Maumere, tercatat 954 mm. Pulau Flores digolongkan daerah beriklim kering umumnya dari Mei sampai November, namun Flores Barat (Ruteng dan Bajawa) ternyata beriklim lebih basah.

Daerah ini sebagian besar berupa daerah pegunungan dan perbukitan. Dataran-dataran sempit menempati beberapa daerah pantai utara, dan hanya daerah dataran Mbay menempati kawasan pantai yang cukup luas di Flores Barat.

Beberapa gunungapi kuarter di daerah ini ikut membentuk morfologi Pulau Flores, terutama di Flores Timur, yang hampir semuanya masih aktif seperti Gunung Lewotobi, Gunung Ili Mandiri, Gunung Egon, Gunung Iya, Gunung Inerie, dan Gunung Abulobo di Flores Barat. Kegiatan gunungapi kuarter ini menghasilkan rempah gunungapi berbutir halus sampai kasar, lepas maupun padu (terutama tufa), serta aliran atau kubah lava.

Batuan sedimen berumur Miosen yang dibentuk oleh batugamping, tufa serta batupasir, menempati deretan perbukitan di Flores Barat. Selain itu ditemui juga di daerah ini terobosan granodiorit, granit, dasit serta andesit (Koesoemadinata, dkk. 1994)

Dataran rendah yang menempati sepanjang pantai serta lembah sempit sungai, ditutupi oleh endapan aluvium berupa kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Endapan aluvium ini berasal dari hasil rombakan batuan yang lebih tua, berupa batuan sedimen maupun rempah gunungapi kuarter (Koesoemadinata, dkk. 1994)

Struktur geologi regional yang terdapat di wilayah Flores adalah sesar, dan lipatan. Sesar yang dimaksud adalah sesar normal dan sesar geser. Sesar normal yang terdapat pada batuan Miosen Tengah dan Miosen-Pliosen berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya, kemungkinan terjadi pada Kala Pliosen. Sesar geser yang terdapat pada batuan Miosen Tengah dan Miosen-Pliosen berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya, kemungkinan juga berlangsung pada Pliosen. Perlipatan terjadi pada Formasi Nangapada dengan kemiringan 20°-50° dengan arah jurus umumnya barat baratdaya – timur timurlaut. Formasi Laka dan Formasi Waihekang berhubungan menjemari dan telah terlipat kuat dengan kemiringan 10°-30°, berarah timurlaut-baratdaya, dan baratlaut-tenggara. Sisipan tuf, dan tuf batupasir Formasi Kiro terlipat dengan kemiringan 10°-25° dengan arah jurus barat daya – timur laut. Dengan demikian perlipatan terjadi pada Pliosen Akhir atau Plestosen Awal. Terdapat kelurusan pada batuan Miosen Tengah sampai yang termuda, yakni batuan gunungapi Holosen berarah baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut (Koesoemadinata, dkk. 1994).

PEMBAHASAN

Geologi Situs Kobatuwa

Geologi Situs Kobatuwa dan sekitarnya, yang akan diuraikan adalah tentang kondisi geologi, yang mencakup tentang bentang alam, stratigrafi, dan struktur geologi,.

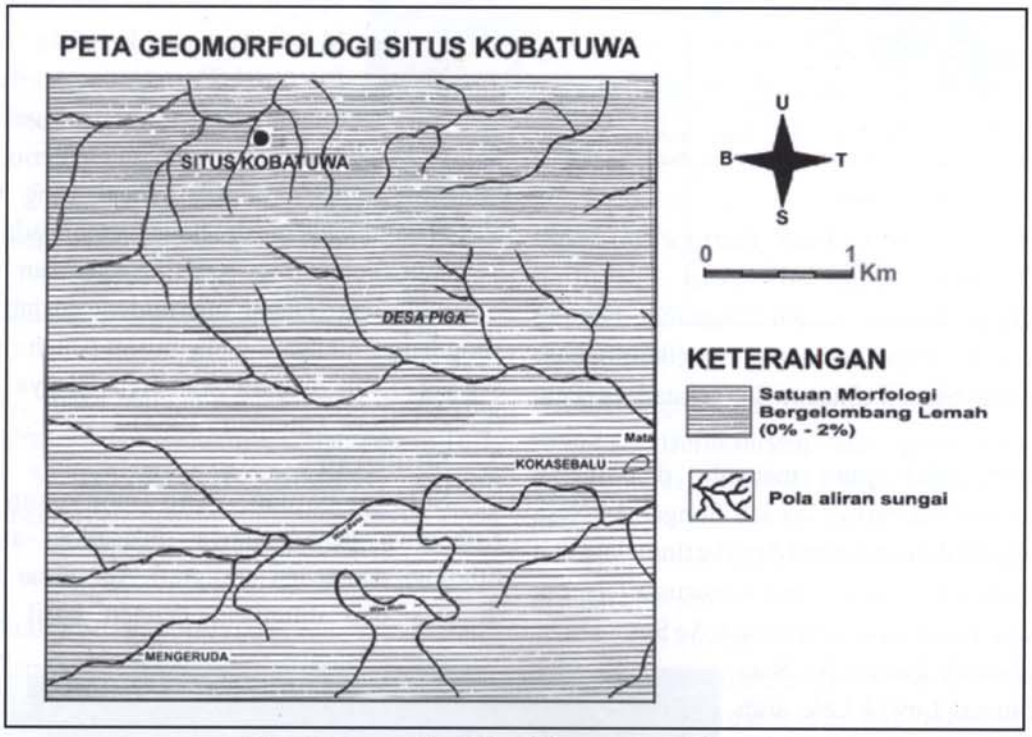
1. Geomorfologi

Morfologi atau bentuk bentang alam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: a) Litologi; b) Struktur geologi; c) Stadia daerah dan; d) Tingkat perkembangan erosi (Thornbury 1969).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka secara umum bentang alam (morfologi) Situs Kobatuwa

dari pengamatan lapangan, memperlihatkan kondisi dataran bergelombang dan perbukitan. Kondisi bentang alam seperti ini, apabila di klasifikasikan dengan mempergunakan Sistem Desaunettes, 1977 (dalam Todd, 1980), yang berdasarkan atas besarnya persentase kemiringan lereng dan beda tinggi relief suatu tempat, maka Situs Kobatuwa dan sekitarnya dapat dikelompokkan dalam satu satuan morfologi yaitu Satuan Morfologi Bergelombang Lemah (Peta 3).

Satuan Morfologi Bergelombang Lemah, dicirikan dengan bentuk bukit yang landai, relief halus, lembah yang melebar dan menyerupai huruf "U", bentuk bukit yang agak membulat dengan persentase kemiringan lereng antara 2-8%. Satuan morfologi ini menempati seluruh dari wilayah penelitian, terletak di sebelah barat, timur, selatan dan utara wilayah penelitian. Sebagian besar daerah ini ditumbuhi oleh pohon-pohon besar, semak belukar, dan di beberapa tempat berpotensi sebagai lahan pertanian.



Peta 3: Geomorfologi Situs Kobatuwa dan sekitarnya

Foto 1: Kenampakan Satuan Morfologi Bergelombang Lemah di Situs Kobatuwa dan sekitarnya, dengan latar belakang Gunung Abulobo, salah satu gunung berapi yang masih aktif dan terletak di selatan situs Kobatuwa

Foto 2: Sungai Ae Sesa ke arah hilir, sungai tersebut berarah aliran dari barat daya ke timur laut dan bermuara di Laut Flores.

Pola aliran permukaan (*surface drainage pattern*) sungai-sungai di lokasi penelitian menunjukkan bahwa sungai-sungainya berarah aliran ke arah sungai besar dan mengikuti bentuk bentang alam Situs Kobatuwa dan sekitarnya (Peta 3).

Sungai induk yang mengalir di wilayah penelitian dan sekitarnya adalah Sungai Ae Sesa yang mengalir dari arah barat daya ke timur laut dan bermuara di Laut Flores. Situs Kobatuwa tersebut terletak di sebelah timur dari Sungai Ae Sesa.

Anak-anak Sungai Ae Sesa adalah Sungai Lowol Lele arah aliran dari timur ke barat dan bermuara di Sungai Ae Sesa. Sungai Wae Meze mengalir dari timur laut ke barat daya dan bermuara di Sungai Lowo Lele. Sungai Kobatuwa mengalir dari selatan ke utara dan bermuara di Sungai Wae Meze. Sungai Soa Bizu mengalir dari selatan ke utara dan bermuara di Sungai Wae Meze.

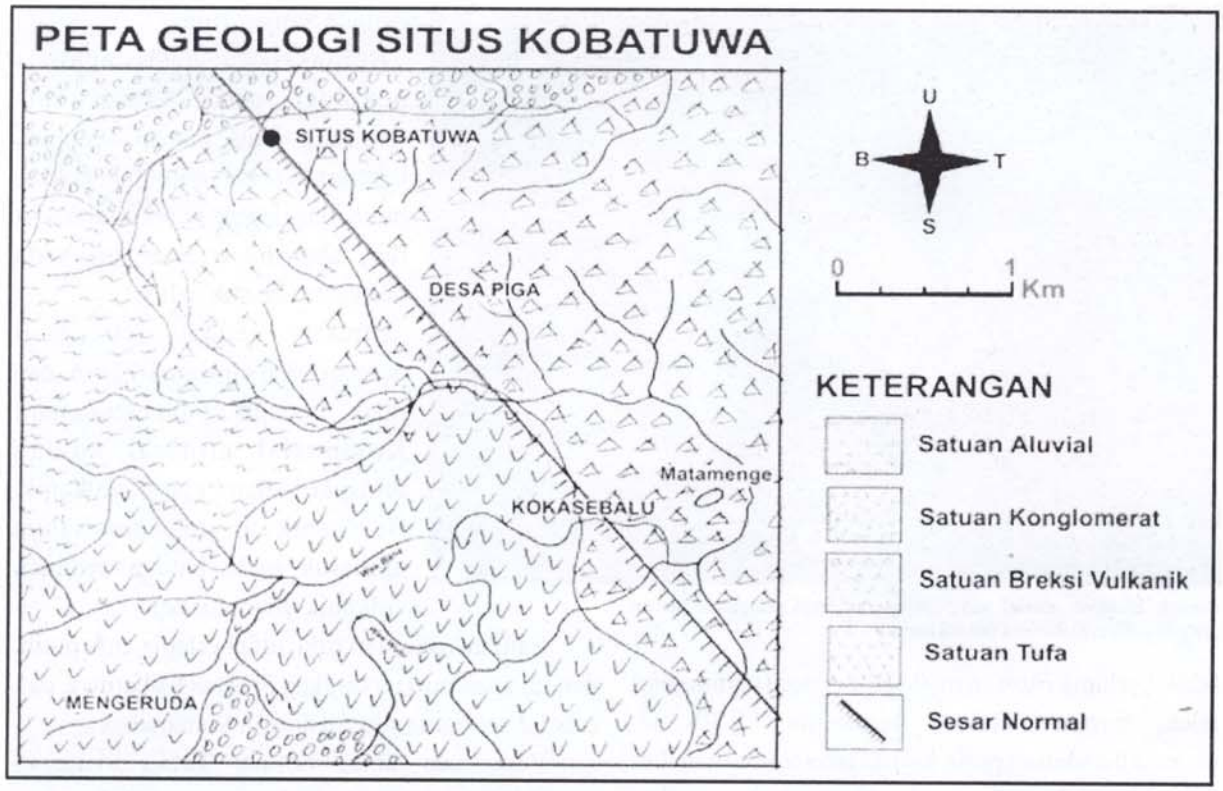
Foto 3: Sungai Kobatuwa yang mengalir di dalam area situs, tampak sungai tersebut dalam kondisi kering ke arah hulu

Keseluruhan sungai di Situs Kobatuwa dan sekitarnya, memberikan kenampakan pola aliran Sentripetal. Pola aliran Sentripetal adalah suatu pola aliran sungai yang arah alirannya menuju ke satu titik, yang khas ditemukan pada daerah yang berbentuk cekungan atau *basin* (Lobeck 1939; Thornbury 1964).

Berdasarkan klasifikasi atas kuantitas air, maka Sungai Ae Sesa, Sungai Lowo Lele dan Sungai Wae Meze termasuk pada *Sungai Periodik/Permanen*, sedangkan Sungai Kobatuwa termasuk pada *Sungai Episodik/Intermittent*. Sungai Periodik atau Sungai Permanen adalah sungai yang volume airnya besar pada musim hujan, tetapi pada musim kemarau volumenya kecil. Sedangkan Sungai Episodik atau Sungai Intermittent adalah sungai yang hanya mengalir pada musim penghujan saja, sedang pada musim kemarau airnya kering (Lobeck 1939; Thornbury 1964).

2. Stratigrafi

Satuan batuan yang menyusun Situs Kobatuwa penamaannya didasarkan atas ciri lithologi, dan posisi stratigrafi. Atas dasar tersebut di atas dan ditunjang dengan hasil analisis



Peta 4: Geologi Situs Kobatuwa dan sekitarnya

petrologi, maka batuan-batuan yang menyusun Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah Satuan Tufa, Satuan Satuan Breksi Volkanik, Satuan Konglomerat, dan Satuan Endapan Aluvial (Peta 4).

a. Satuan Endapan Aluvial

Endapan Aluvial terdiri dari lempung, lanau, pasir, dan kerikil, tersebar di dataran rendah dan di sepanjang sungai. Endapan aluvial ini merupakan hasil pelapukan batuan penyusun Situs Kobatuwa dan sekitarnya, serta berumur Holosen.

b. Satuan Konglomerat

Batuan konglomerat ditemukan tersingkap di Situs Kobatuwa, hasil analisis petrologi menunjukkan batuan konglomerat (*conglomerate*) merupakan batuan sedimen yang memberikan kenampakan aneka warna, bertekstur klastik dan strukturnya tidak berlapis (*non stratified*), serta bersortasi jelek. Fragmen dan matriks terdiri dari aneka batuan, sedang ukuran fragmen 5-8 cm dan matriks berukuran pasir, serta bermasa dasar tufa. Bentuk fragmen dan matriks adalah *rounded-well rounded*. Berdasarkan atas genesanya, maka konglomerat termasuk pada batuan sedimen mekanik.

Penentuan umur konglomerat, dilakukan dengan cara korelasi antar batuan yang didasarkan atas ciri-ciri litologi, kondisi daerah dan persebaran batuan serta memenuhi Prinsip Stratigrafi Indonesia. Berdasarkan hal tersebut, maka konglomerat dapat disebandingkan dengan Hasil Gunungapi Tua (Koesoemadinata, dkk. 1994) yang terdiri dari aglomerat, lava, breksi, dan tufa pasiran. Atas dasar kesebandingan batuan, maka batuan konglomerat diperkirakan berumur Plestosen Awal-Plestosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan air dangkal dengan arus yang kuat.

c. Satuan Breksi Volkanik

Berdasarkan hasil analisis petrologi, breksi volkanik yang merupakan batuan sedimen, berwarna kuning kecoklatan, lapuk berwarna coklat kehitaman, bertekstur klastik, dan struktur

Foto 4: Endapan aluvial yang merupakan hasil pelapukan batuan penyusun Situs Kobatuwa dan sekitarnya

tidak berlapis (*non stratified*). Sortasi (pemilahan) jelek, fragmen andesit berukuran 15-30 cm, matriks berukuran pasir, kemas terbuka, semen dari tufa, dengan bentuk *angular* hingga *very angular*. Berdasarkan atas genesanya termasuk pada batuan sedimen volkanik (*pyroclastic*).

Breksi volkanik tersingkap di Pemandian Airpanas di Mengeruda, di sebelah tenggara Situs Kobatuwa, dan di sebelah selatan Sungai Ae Sesa.

Penentuan umur breksi volkanik, dilakukan dengan cara korelasi antar batuan yang didasarkan atas ciri-ciri litologi, kondisi daerah dan persebaran batuan serta memenuhi Prinsip Stratigrafi Indonesia. Berdasarkan hal tersebut, maka breksi vulkanik dapat disebandingkan dengan Hasil Gunungapi Tua (Koesoemadinata, dkk. 1994) yang terdiri dari aglomerat, lava, breksi, dan tufa pasiran. Atas dasar kesebandingan batuan, maka batuan breksi volkanik diperkirakan berumur Plestosen Awal-Plestosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan air dangkal dengan arus yang kuat.

d. Satuan Tufa

Batuan tufa yang ditemukan di Situs Kobatuwa Soa terdiri dari tufa, tufa berlapis, tufa putih, dan tufa pasiran, sehingga dapat disebut dengan Satuan Tufa.

Berdasarkan hasil analisis petrologi, maka Satuan Tufa termasuk jenis batuan sedimen, berwarna segar abu-abu, coklat, putih dan lapuk berwarna coklat tua, abu-abu kehitaman, serta bertekstur klastik halus.

Struktur berlapis (*stratified*) dengan tebal lapisan 5-15 cm, dan tidak berlapis (*non stratified*). Komposisi mineral adalah feldspard dan glass volkanik. Berdasarkan atas genesanya termasuk pada batuan sedimen volkanik (*pyroclastic*).

Satuan Tufa (dari tufa, tufa berlapis, tufa putih, dan tufa pasiran) tersingkap di Situs Kobatuwa, dan sebelah tenggara situs di daerah Matamenge.

Penentuan umur Satuan Tufa, dilakukan dengan cara korelasi antar batuan yang didasarkan atas ciri-ciri litologi, kondisi daerah dan persebaran batuan serta memenuhi Prinsip Stratigrafi Indonesia. Berdasarkan hal tersebut, maka Satuan Tufa dapat disebandingkan dengan Hasil Gunungapi Tua (Koesoemadinata, dkk. 1994) yang terdiri dari aglomerat, lava, breksi, dan tufa pasiran. Atas dasar kesebandingan batuan, maka Satuan Tufa diperkirakan berumur Plestosen Awal-Plestosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan air dangkal yang tenang.

Foto 5: Konglomerat yang tersingkap di Situs Kobatuwa

Foto 6: Breksi volkanik yang tersingkap di Desa Mengeruda (tempat permandian air panas)

Foto 7: Batuan Tufa yang tersingkap di Situs Kobatuwa

3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang melewati Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah Patahan dari jenis sesar normal (*normal fault*) (Peta-4).

Berdasarkan kenampakan fisiografis yang ditunjang dengan data lapangan berupa arah jurus dan kemiringan (*strike/dip*) perlapisan batuan, zona hancuran dan milonitisasi, cermin sesar (*slickenside*), belokan sungai 90°, dan lain-lain. Oleh hal tersebut, maka sesar yang melewati Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah sesar normal (*normal fault*) (Billing, 1972).

Sesar normal yang ditemukan di Situs Kobatuwa, merupakan sesar lokal yang berarah barat laut tenggara (melewati Situs Kobatuwa, dan sebelah selatan Kokasebalu).

Foto 8: Belokan sungai 90° ditemukan di Sungai Ae Sesa (kiri), Air terjun di Sungai Kobatuwa (kanan), kedua indikasi ini merupakan ciri adanya sesar normal

Situs Kobatuwa

Situs Kobatuwa yang terletak di sisi barat Cekungan Soa mempunyai bentang alam cekungan yang disebut Cekungan Soa, merupakan sebuah dataran tinggi dengan sebaran bukit-bukit kecil dan lembah-lembah terjal. Bukit-bukit kecil tersebut berbentuk kerucut dengan puncak membulat atau rata yang tersebar tidak teratur, berdiri sendiri atau berjejer membentuk punggungan (*ridge*). Bentuk-bentuk punggungan banyak ditemukan di wilayah bagian selatan daerah penelitian. Bentuk puncak yang membulat atau rata tersebut terjadi akibat perbedaan litologi. Bentuk membulat ditempati batuan kurang padu seperti tuf pasiran, pasir atau pasir tufaan, sedangkan bentuk rata batuannya sangat padu dan umumnya berupa batugamping. Gunung api yang masih aktif seperti Abulobo, Inerie, dan yang tidak aktif seperti Kelilombo, Kelindora dan yang lainnya mengurung daerah ini. Puncak gunung api tertinggi adalah Inerie, yaitu sekitar 2245 meter di atas permukaan laut.

Situs Kobatuwa merupakan salah satu dari sejumlah situs yang terdapat di Cekungan Soa (*Soa Basin*) di daerah Soa, Flores Tengah. Secara topografi, wilayah ini merupakan lembah atau dataran rendah yang dikelilingi oleh dataran tinggi dan gunung api serta di bagian tengahnya ditoreh aliran Sungai Ae Sesa. Lokasi semacam ini biasanya mengundang berbagai makhluk hidup untuk berkumpul sehingga terakumulasi di wilayah ini. Adanya sungai besar Ae Sesa dan anak cabangnya yang mengaliri lembah ini tampaknya juga menjadi pertimbangan tersendiri bagi para penghuni situs di Cekungan Soa. Sungai-sungai tersebut merupakan sumber kebutuhan utama mereka yang menyediakan air disamping sebagai sumber bahan batuan untuk membuat peralatan.

Situs Kobatuwa di Cekungan Soa mempunyai bentang alam yang reatif rata dan berjenjang dengan kemiringan (*dip*) lereng antara 4° hingga 7°. Proses erosi di situs tersebut, tidak membuat tinggalan arkeologi hilang, karena morfologi situs yang datar dan berjenjang mengakibatkan tinggalan arkeologi itu terendapkan dengan baik

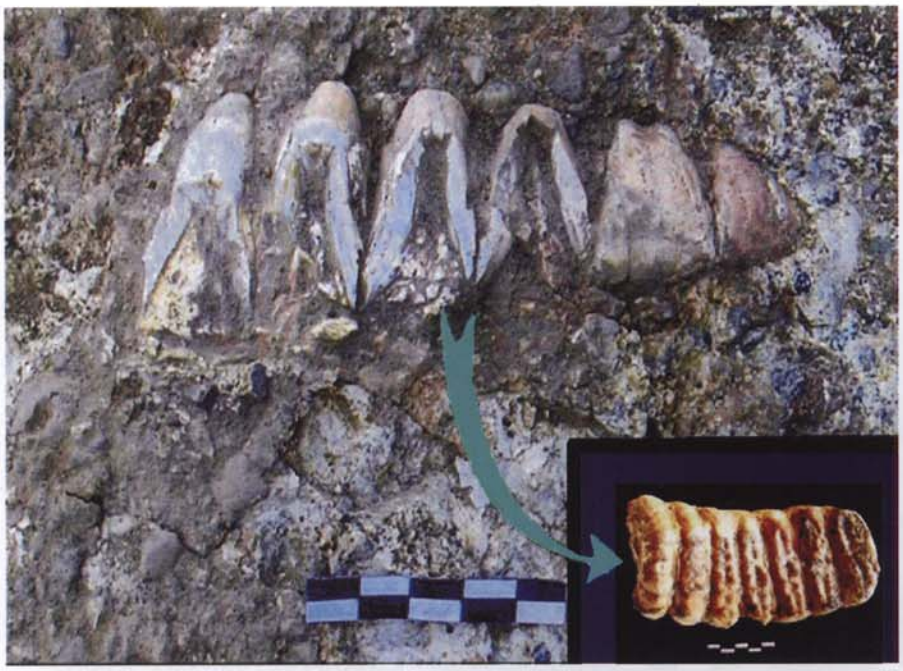


Foto 9: Molar Stegodon yang ditemukan *in situ* di Situs Kobatuwa

dengan jangka waktu yang lama.

Penelitian yang dilaksanakan di Situs Kobatuwa, baik melalui survei maupun ekskavasi telah menghasilkan banyak data. Hasil pengamatan permukaan telah menemukan berbagai temuan artefak litik yang sangat melimpah dan fosil-fosil berupa fragmen tulang serta gigi vertebrata (umumnya dari jenis hewan *Stegodon*). Sebagian temuan-temuan tersebut didapatkan dalam keadaan *in situ* dan masih melekat atau terendapkan pada lapisan tanah aslinya.

Dari hasil survei permukaan tersebut didapatkan sejumlah 44 buah temuan yang terdiri dari artefak litik (32 buah) dan fragmen fosil tulang dan gigi vertebrata (12 buah). Artefak litik umumnya didominasi oleh jenis alat-alat serpih-bilah, sedangkan dari hasil ekskavasi lebih bersifat masif.

Temuan yang dihasilkan dari penggalian di kotak T1 dengan kedalaman 450 cm, berjumlah 15 buah yaitu serpih (4 buah), serpih dengan retus (6 buah), batu inti (2 buah), dan fragmen molar Stegodon (2 buah). Kotak T2 berjumlah 28 buah yang terdiri dari artefak litik (27 buah) dan sebuah fragmen fosil tulang vertebrata. Untuk kotak T3 yang digali hingga kedalaman 530 cm, tidak menemukan adanya artefak litik ataupun fosil vertebrata.

1.Analisis Petrologi Alat-Alat Litik

Analisis petrologi dilakukan terhadap semua alat-alat litik yang ditemukan selama penelitian baik hasil survei maupun ekskavasi dari tahun 2005, 2006, dan 2007

Tujuan dari analisis petrologi adalah untuk mengetahui jenis batuan yang ada di alam secara megaskopis dan mikroskopis, misalnya batuan sedimen, batuan beku, dan batuan metamorf, selanjutnya ditentukan nama batuannya. misalnya andesit, batugamping, sekis dan lain sebagainya

a. Temuan Permukaan

Dari survei permukaan di Situs Kobatuwa telah ditemukan 32 buah alat-alat litik. Hasil petrologi terhadap alat-alat litik tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Andesit**

   Andesit, termasuk jenis batuan beku, dengan warna segar abu-abu muda dan warna lapuk hitam keabu-abuan. Tekstur kristalinitas adalah *hipokristalin*, tekstur granularitas adalah *afanitik-porfiroafanitik*, tekstur fabrik bentuk kristal adalah *subhedral-anhedral,* tekstur fabrik relasi adalah *hypidiomorphic-allotriomorphic*. Berstruktur kompak (*massive*), dengan komposisi mineral utama adalah plagioklas, *hornblende,* biotit dan piroksen. Sedangkan komposisi mineral tambahan adalah *apatite*, *zircon, sphene* dan

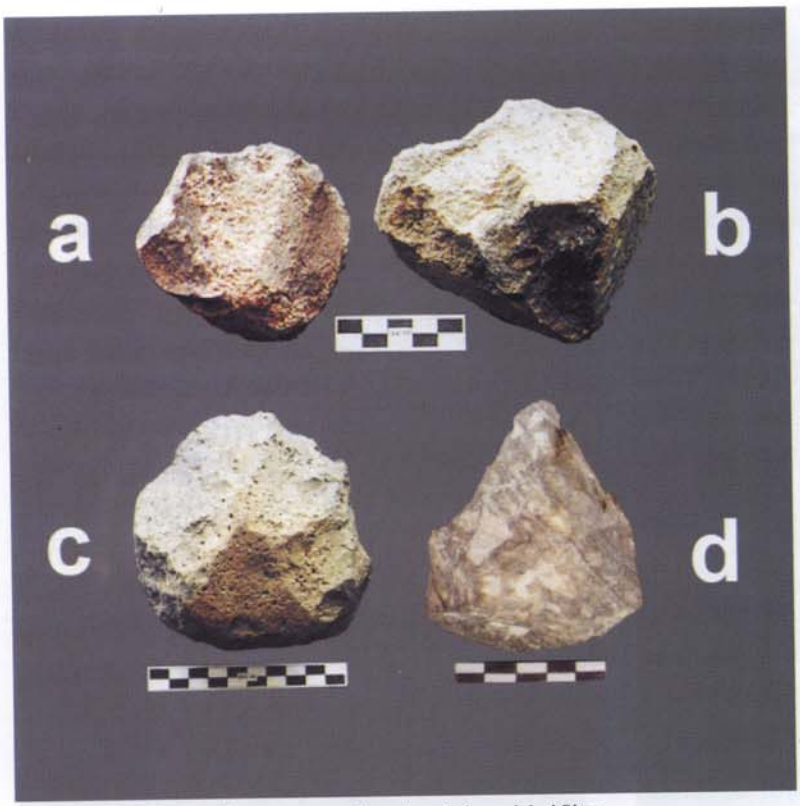


Foto 10: Artefak litik hasil temuan permukaan dan ekskavasi dari Situs Kobatuwa. Keterangan foto :
- a dan b : Dua buah kapak penetak hasil temuan permukaan
- c : Sebuah *Chopper* dari hasil ekskavasi
- d : Serpih besar hasil temuan permukaan

iron ore. Klasifikasi berdasarkan tempat terbentuknya, andesit termasuk pada batuan beku lelehan (*volcanic rocks*), sedangkan klasifikasi berdasarkan sifat kimia dan komposisi mineralnya, andesit termasuk batuan beku intermedit. Alat litik yang terbuat dari andesit adalah kapak perimbas (1 buah), dan batu inti (1 buah) (Tabel-1).

2. Basalt

Basalt, termasuk jenis batuan beku, dengan warna segar hitam keabu-abuan dan lapuk berwarna hitam kelam. Tekstur kristalinitas adalah *holohyalin*, tekstur granularitas adalah *porfiroafanitik*, tekstur fabrik bentuk kristal adalah *subhedral-anhedral,* tekstur fabrik relasi adalah *hypidiomorphic-allotriomorphic*. Berstruktur *Vesiculasi-Scoriaceous*, dengan komposisi mineral utama adalah plagioklas, olivin, piroksen, hornblende, biotit. Sedangkan komposisi mineral tambahan adalah *apatit, iron ore, spinel, rutil, zircon,* dan *mafic mineral*. Klasifikasi berdasarkan tempat terbentuknya, basalt termasuk pada batuan beku lelehan (*volcanic rocks*), sedangkan klasifikasi berdasarkan sifat kimia dan komposisi mineralnya, basalt termasuk batuan beku basa. Alat litik yang terbuat dari basalt adalah serpih (1 buah), dan batu inti (2 buah) (Tabel-1).

3. Jasper

Jasper, termasuk jenis batuan sedimen, dengan warna segar merah hati, merah, coklat dan lapuk berwarna merah kecoklatan. Bertekstur non klastik, dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*). Komposisi mineral adalah hematit. Klasifikasi berdasarkan atas genesanya, termasuk pada batuan sedimen kimia. Alat litik yang terbuat dari jasper adalah serpih (4 buah), serpih dengan retus (10 buah), dan batu inti (1 buah) (Tabel-1).

4. Tufa kersikan

Tufa kersikan (*silicified tuff*) termasuk batuan sedimen dari jenis sedimen volkanik (piroklastik) yang mengalami proses reaksi kimia dengan penambahan SiO_2 (silika) melalui proses *replacement* atau proses penggatian mineral oleh larutan hidrothermal atau larutan sisa magma, yang kemudian mengalami kompaksi menjadi tufa kersikan. Tufa kersikan yang dipergunakan sebagai alat litik di Situs Kobatuwa memperlihatkan warna segar coklat terang keputihan dan lapuk berwarna coklat buram. Bertekstur klastik,

dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*), dengan komposisi mineral adalah silika. Berdasarkan atas genesanya termasuk pada batuan sedimen volkanik (*pyroclastic*).

Alat litik yang terbuat dari tufa kersikan adalah serpih (1 buah), serpih dengan retus (6 buah), dan batu inti (1 buah) (Tabel-1).

5. Metabasalt

Metabasalt, termasuk jenis batuan metamorf, dari kelompok *meta-igneous rocks,* dengan warna segar keabu-abuan dan lapuk berwarna kehitaman. Proses terjadinya karena adanya perubahan sebagian dari sifat batuan beku akibat pengaruh metamorfisme/intrusi batuan beku. Struktur dan teksturnya masih dapat terdekteksi atau masih sama dengan batuan aslinya. Alat litik yang terbuat dari metabasalt adalah serpih dengan retus (2 buah), dan batu inti (2 buah).

b. Temuan Ekskavasi

Dari kegiatan ekskavasi di Situs Kobatuwa telah ditemukan beberapa alat-alat litik dari kotak T1 dan kotak T2.

Kotak T1

Hasil ekskvasi di kotak T1 telah menghasilkan 13 buah alat-alat litik. Hasil petrologi terhadap alat-alat litik tersebut adalah sebagai berikut:

1. Andesit

Andesit, termasuk jenis batuan beku, dengan warna segar abu-abu muda dan warna lapuk hitam keabu-abuan. Tekstur kristalinitas adalah *hipokristalin*, tekstur granularitas adalah *afanitik-porfiroafanitik*, tekstur fabrik bentuk kristal adalah *subhedral-anhedral,* tekstur fabrik relasi adalah *hypidiomorphic-allotriomorphic*. Berstruktur kompak (*massive*), dengan komposisi mineral utama adalah plagioklas, *hornblende,* biotit dan piroksen. Sedangkan komposisi mineral tambahan adalah *apatite, zircon, sphene* dan *iron ore.* Klasifikasi berdasarkan tempat terbentuknya, andesit termasuk pada batuan beku lelehan (*volcanic rocks*), sedangkan klasifikasi berdasarkan sifat kimia dan komposisi mineralnya, andesit termasuk batuan beku intermedit. Alat litik yang terbuat dari andesit adalah kapak perimbas (2 buah), serpih dengan retus (3 buah), serpih (2 buah), dan batu inti (2 buah) (Tabel-2).

2. Basalt

Basalt, termasuk jenis batuan beku, dengan warna segar hitam keabu-abuan dan lapuk berwarna hitam kelam. Tekstur kristalinitas adalah *holohyalin*, tekstur granularitas adalah *porfiroafanitik*, tekstur fabrik bentuk kristal adalah *subhedral-anhedral,* tekstur fabrik relasi adalah *hypidiomorphic-allotriomorphic*. Berstruktur *vesicular-scoria*, dengan komposisi mineral utama adalah plagioklas, olivin, piroksen, *hornblende,* biotit. Sedangkan komposisi mineral tambahan adalah *apatit, iron ore, spinel, rutil, zircon,* dan *mafic mineral.* Klasifikasi berdasarkan tempat terbentuknya, basalt termasuk pada batuan beku lelehan (*volcanic rocks*), sedangkan klasifikasi berdasarkan sifat

Tabel-1: Hasil Analisis Petrologi Alat-Alat Litik Hasil Survei

No	Alat Litik	Andesit	Basalt	Jasper	Tufa Kersikan	Metabasalt
1	Kapak Perimbas	1	--	--	--	--
2	Serpih dengan retus	--	--	10	6	2
3	Batu Inti	1	2	1	1	2
4	Serpih	--	1	4	1	--
		2 buah	3 buah	15 buah	8 buah	4 buah
Jumlah		**32 buah**				

kimia dan komposisi mineralnya, basalt termasuk batuan beku basa. Alat litik yang terbuat dari basalt adalah serpih dengan retus (1 buah) (Tabel-2).

3. Chert

Chert (rijang), termasuk jenis batuan sedimen, dengan warna segar putih kuning keabu-abuan dan warna lapuk putih abu-abu kehitaman. Bertekstur non klastik, dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*). Komposisi mineral adalah silika atau opal. Klasifikasi berdasarkan atas genesanya, termasuk pada batuan sedimen kimia. Alat litik yang terbuat dari chert adalah serpih dengan retus (1 buah) (Tabel-2).

4. Tufa kersikan

Tufa kersikan (*silicified tuff*) termasuk batuan sedimen dari jenis sedimen volkanik (piroklastik) yang mengalami proses reaksi kimia dengan penambahan SiO_2 (silika) melalui proses *replacement* atau proses penggatian mineral oleh larutan hidrothermal atau larutan sisa magma, yang kemudian mengalami kompaksi menjadi tufa kersikan. Tufa kersikan yang dipergunakan sebagai alat litik di Situs Kobatuwa memperlihatkan warna segar coklat terang keputihan dan lapuk berwarna coklat buram. Bertekstur klastik, dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*), dengan komposisi mineral adalah silika. Berdasarkan atas genesanya termasuk pada batuan sedimen volkanik (*pyroclastic*). Alat litik yang terbuat dari tufa kersikan adalah serpih dengan retus (1 buah), dan batu inti (1 buah) (Tabel-2).

Kotak T2

Hasil ekskvasi di kotak T2 telah menghasilkan 27 buah alat-alat litik. Hasil petrologi terhadap alat-alat litik tersebut adalah sebagai berikut:

a. Andesit

Andesit, termasuk jenis batuan beku, dengan warna segar abu-abu muda dan warna lapuk hitam keabu-abuan. Tekstur kristalinitas adalah *hipokristalin*, tekstur granularitas adalah *afanitik-porfiroafanitik*, tekstur fabrik bentuk kristal adalah *subhedral-anhedral*, tekstur fabrik relasi adalah *hypidiomorphic-allotriomorphic*. Berstruktur kompak (*massive*), dengan komposisi mineral utama adalah plagioklas, *hornblende*, biotit dan piroksen. Sedangkan komposisi mineral tambahan adalah *apatite, zircon, sphene* dan *iron ore*. Klasifikasi berdasarkan tempat terbentuknya, andesit termasuk pada batuan beku lelehan (*volcanic rocks*), sedangkan klasifikasi berdasarkan sifat kimia dan komposisi mineralnya, andesit termasuk batuan beku intermedit. Alat litik yang terbuat dari andesit adalah kapak perimbas (1 buah), serpih dengan retus (5 buah), serpih (10 buah), dan batu inti (9 buah) (Tabel-3).

b. Chert

Chert (rijang), termasuk jenis batuan sedimen, dengan warna segar putih kuning keabu-abuan dan warna lapuk putih abu-abu kehitaman. Bertekstur non klastik, dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*). Komposisi mineral adalah silika atau opal. Klasifikasi berdasarkan atas genesanya, termasuk pada batuan sedimen kimia. Alat litik yang terbuat

Tabel 2: Hasil Analisis Petrologi Alat-Alat Litik Dari Kotak T1

No	Alat Litik	Andesit	Basalt	Chert	Tufa Kersikan
1	Kapak Perimbas	2	-	-	-
2	Serpih dengan retus	3	1	1	1
3	Batu Inti	2	-	-	1
4	Serpih	2	-	-	
		9 buah	1 buah	1 buah	2 buah
	Jumlah	**13 buah**			

dari chert adalah serpih dengan retus (1 buah) (Tabel-3).

c. Jasper

Jasper, termasuk jenis batuan sedimen, dengan warna segar merah hati, merah, coklat dan lapuk berwarna merah kecoklatan. Bertekstur non klastik, dengan struktur tidak berlapis (*non stratified*). Komposisi mineral adalah hematit. Klasifikasi berdasarkan atas genesanya, termasuk pada batuan sedimen kimia. Alat litik yang terbuat dari jasper adalah serpih (1 buah) (Tabel-3).

2. Kotak T2 terdiri dari beberapa strata yaitu humus (4 cm), tufa putih (21 cm), konglomerat (30 cm), dan tufa pasiran (25 cm).
3. Kotak T3 terdiri dari beberapa strata yaitu humus (10 cm), konglomerat (50 cm), tufa pasiran (35 cm), dan konglomerat (30 cm).

Kesebandingan pada tiga kotak ekskavasi (T1-T2-T3) dapat disebutkan bahwa:

1. batulanau hanya ditemukan di T1 (strata-2), tidak ditemukan di T2 dan T3
2. konglomerat ditemukan di T3 (strata-2-4), dan T2 (strata-3), tidak ditemukan di T1
3. Tufa putih ditemukan di T1 (strata-3) dan T2 (strata-2), tidak ditemukan di T3
4. Tufa pasiran ditemukan di T3 (strata-4), T2 (strata-4), dan T1 (strata-3)

Tabel 3: Hasil Analisis Petrologi Alat-Alat Litik Dari Kotak T2

N0	Alat Litik	Andesit	Jasper	Chert
1	Kapak Perimbas	1	-	-
2	Serpih dengan retus	5	-	1
3	Batu inti	9	-	-
4	Serpih	10	1	-
		25 buah	1 buah	1 buah
Jumlah		**27 buah**		

2. Kolom Stratigrafi Kotak Ekskavasi

Ekskavasi yang telah dilakukan di Situs Kobatuwa, telah membuka tiga buah kotak atau parit uji yaitu T1 (2005), T2 (2006-2007), dan T3 (2007).

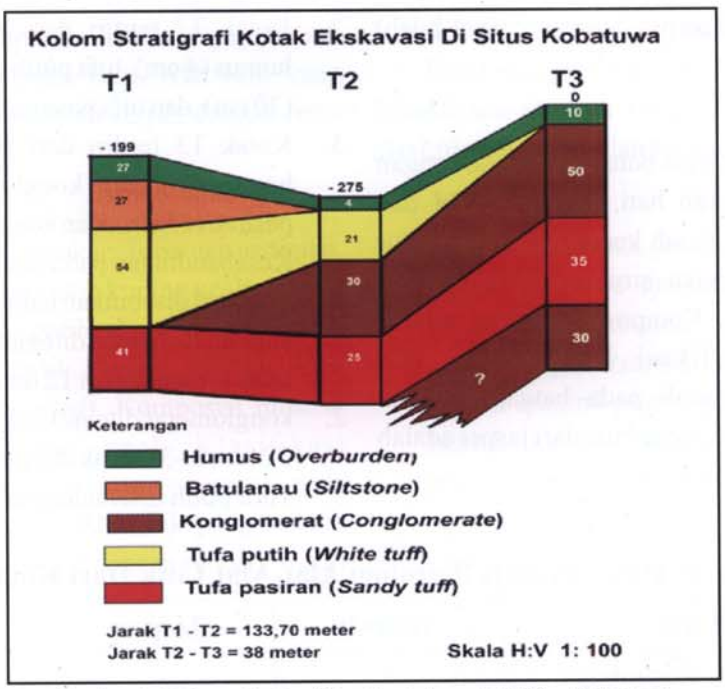
Untuk melihat kesebandingan strata dari ketiga kotak tersebut (T3-T2-T1), dibuat suatu kolom stratigrafi antar kotak dengan tujuan untuk membandingkan tiap srata pada setiap *trench*.

Jarak T1 ke T2 adalah 133,70 meter, sedangkan T2 ke T3 adalah 38 meter. Kotak T3 merupakan level (0 meter) untuk kotak T2 kotak T1, Level T2 adalah-275 cm, dan Level T3 adalah-199 cm.

Data srata dan ketebalannya dari ketiga kotak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kotak T1 terdiri dari beberapa strata yaitu humus (27 cm), batulanau (27 cm), tufa putih (54 cm), dan tufa pasiran (41 cm).

Melihat perlapisan pada tiga kotak di Situs Kobatuwa, dapat dijelaskan bahwa telah terjadi perulangan proses pengendapan dari setiap jenis perlapisan di situs tersebut, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya lapisan konglomerat di *trench 3* pada strata-2, selanjutnya batulanau memang hanya berupa lensa-lensa tipis di dalam kelompok tufa, demikian juga dengan tufa putih yang tidak ditemukan di T3, ini diakibatkan proses *erosi, karena lapisan ini cukup lunak dan cepat* tergerus ke arah Sungai Kobatuwa yang mempunyai kemiringan lereng sekitar 30°. Tufa pasiran di T3 lebih baik karena di atasnya terdapat konglomerat sebagai lapisan pelindung bagi tufa pasiran.



Gambar 1: Kolom etratigrafi kotak ekskavasi di Situs Kobatuwa

Foto 11: Lapisan batuan pada kotak ekskavasi T2 dan T3 di Situs Kobatuwa. Keterangan foto:
- kiri: Humus (strata-1) di kotak T3 (kode **X**), Kode **Y** adalah konglomerat (strata-2 dan 4), kode **Z** adalah tufa pasiran (strata-4)
- kanan: Tufa putih (strata-3) di T2 (kode **X**), tufa pasiran (kode **V**) strata-4
- bawah: Tufa putih (strata-2) di T2 (kode **Z**), Kode **X** adalah konglomerat (strata-3), kode **V** adalah tufa pasiran (strata-4)

KESIMPULAN

Secara umum kondisi geologi Situs Kobatuwa dan sekitarnya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Bentang alam wilayah situs terbagi atas satu satuan morfologi yaitu satuan morfologi dataran, dengan ketinggian situs 325 di atas permukaan air laut

Sungai induk yang mengalir di wilayah situs adalah Sungai Ae Sesa, dengan beberapa anak-anak sungainya yaitu Sungai Lowol Lele, Sungai Wae Meze, Sungai Kobatuwa, dan Sungai Soa Bizu. Sungai-sungai di Situs Kobatuwa dan sekitarnya, termasuk pada pola pengeringan sentripetal. Berdasarkan klasifikasi atas kuantitas air, maka sungai-sungai tersebut termasuk pada *Sungai Periodik/permanen*, dan *Sungai Episodik/ intermittent.*

Berdasarkan hasil analisis petrologi, maka satuan batuan penyusun Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah Satuan Tufa (Plestosen Awal-Plestosen Tengah), Satuan Breksi Volkanik (Plestosen Awal - Plestosen Tengah), Satuan

Konglomerat (Plestosen Awal - Plestosen Tengah), dan Endapan Aluvial (Holosen).

Struktur geologi yang melewati Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah jenis sesar normal (*normal fault*). Sesar normal yang ditemukan di situs ini, merupakan sesar-sesar lokal yang berarah barat laut tenggara (melewati Situs Kobatuwa, dan sebelah selatan Kokasebalu).

Hasil survei permukaan di Situs Kobatuwa dan sekitarnya telah didapatkan 44 buah temuan yang terdiri dari artefak litik (32 buah) dan fosil fragmen tulang dan gigi vertebrata (12 buah), yang umumnya didominasi oleh jenis temuan alat-alat serpih-bilah, sedangkan dari hasil ekskavasi lebih bersifat masif. Dari hasil ekskavasi di kotak T1 berjumlah 15 buah yaitu serpih (4 buah), serpih dengan retus (6 buah), batu inti (2 buah), dan fragmen molar Stegodon (2 buah). Kotak T2 berjumlah 28 buah yang terdiri dari artefak litik (27 buah) dan sebuah fosil fragmen tulang vertebrata. Kotak T3 tidak menemukan adanya artefak litik dan fosil vertebrata.

Situs Kobatuwa merupakan salah satu dari sejumlah situs yang menempati suatu lembah berbentuk cekungan di Daerah Soa, Flores Tengah, yang dikenal dengan istilah Cekungan Soa (*Soa Basin*). Secara topografi, wilayah ini merupakan lembah atau dataran rendah yang dikelilingi oleh dataran tinggi dan gunung api serta di bagian tengahnya ditoreh aliran Sungai Ae Sesa. Lokasi semacam ini biasanya mengundang berbagai makhluk hidup untuk berkumpul sehingga terakumulasi di wilayah ini. Adanya sungai besar Ae Sesa dan anak cabangnya yang mengaliri lembah ini tampaknya juga menjadi pertimbangan tersendiri bagi para penghuni situs di Cekungan Soa. Sungai-sungai tersebut merupakan sumber kebutuhan utama mereka yang menyediakan air disamping sebagai sumber bahan batuan untuk membuat peralatan.

Berdasarkan bukti-bukti temuan arkeologis maupun palaeontologis yang didapatkan dalam penelitian di Situs Kobatuwa dan sekitarnya dapat diperkirakan bahwa situs ini merupakan suatu lokasi permukiman manusia dan habitat hewan-hewan purba yang berlangsung sejak Kala Plestosen.

Keberadaan berbagai temuan artefak litik di Situs Kobatuwa dan sekitarnya, secara nyata merupakan suatu petunjuk adanya aktivitas kehidupan manusia masa lalu yang sangat tua. Berdasarkan hasil pertanggalan dan analisis stratigrafi serta kontekstual dengan temuan lainnya (fosil-fosil tulang stegodon, komodo dragon dan kura-kura raksasa), alat-alat litik dari Situs Kobatuwa diduga merupakan produk budaya manusia purba yang diperkirakan berasal dari periode awal atau pertengahan Plestosen.

Pada umumnya temuan alat litik dan fosil fragmen tulang vertebrata di Situs Kobatuawa dan sekitarnya didapatkan pada lapisan batupasir tufaan dan konglomerat, dapat memberikan informasi penting (aspek pertanggalan) dan karakteristik tinggalan budaya di situs ini. Pertanggalan relatif di situs ini diperoleh tarikh sekitar 700.000 - 60.000 tahun lalu (Morwood et al, 1999); sedangkan berdasarkan ciri-ciri budayanya memperlihatkan bahwa Situs Kobatuwa memiliki karakter budaya berupa temuan artefak litik dari jenis alat-alat masif.

Gejala menarik yang ditemukan dalam penelitian di Situs Kobatuwa dan sekitarnya adalah adanya akumulasi jenis temuan yang sama pada lapisan stratigrafi. Hal ini tentunya dilandasi oleh suatu alasan sehingga mereka memilih lokasi hunian yang cenderung mengelompok untuk mempertahankan hidupnya. Salah satu alasan tersebut kemungkinan terkait dengan faktor ketersediaan sumber daya alam yang tersedia.

PUSTAKA

Barth, T.F.W. 1952. *Theoritical Petrology, A Texbook on the Originand the Evolution of Rocks*. John Willey & Sons, inc, New York, Chapman & Hall Limited, London.

Bemmelen, R.W. van. 1949. *The Geology of Indonesia.* vol.IA, Martinus Nijhoff, The Hague.

Billing, M.P. 1972. *Structural Geology.* Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliggs, New Jersey.

Challimor, J. 1962. *A Dictionary of Geology.* Cardiff, University of Wales Press.

Carrels, R.R. 1951. *A Textbook of Geology*. Harper & Brother, Publisher.

Dunbar O.C., & Rodgers J. 1961. *Principles of Stratigraphy.* New York, John Wiley & Sons, Inc., fourth printing, August, 1961.

Heinrich E.W.M. 1956. *Microscopic Petrography.* McGraw Hill Book Company.

Huang, W.T. 1962. *Petrology.* McGraw-Hill Book Company.

Jackson, K.G. 1970. *Textbook of Lithology.* McGraw-Hill Book Company.

Jatmiko, 2005. Ekskavasi di Situs Kobatuwa, Cekungan Soa. *LPA* Puslitbang Arkenas, Jakarta

Jatmiko, dkk., 2007. Adaptasi Manusia Terhadap Lingkungan Pada Kala Pleistosen Di Cekungan Soa, Kab Ngada, Prov. NTT. *LPA* Puslitbang Arkenas, Jakarta

Jatmiko, 2008. Pola Pemanfaatan Sumber Daya Lingkungan Pada Kala Pleistosen Di Situs Kobatuwa, Flores Tengah: *Kajian Arkeologi Ruang Skala Meso.* Tesis pada Program Pascasarjana Fak. Ilmu Pengetahuan Budaya, UI, Jakarta

Koesoemadinata, Noya, Kadarisman. 1994. Peta Geologi Lembar Ruteng, Nusatenggara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Lobeck, A.K. 1939. *Geomorphology, An Introduction To The Study of Landscape.* Mc Graw Hill Book Company Inc, New York and London.

Morwood, M.J., F. Aziz, P.O'Sullivan, Nasruddin, D.R. Hobbs, & A. Raza. 1999. "Archaeological and palaeontological research in Central Flores, east of Indonesia: results of fieldwork 1997-1998". *Antiquity,* 73. hl: 273-286.

Muraoka, cs. 2002. Tectonic, Volcanic and Stratigrafi Geology of the Bajawa Geothermal Field, Central Flores, Indonesia. *Bulletin of the Geological Survey of Japan,* vol. 53 (2/3), p. 109-138.

Thornbury, W.D., 1964. *Principle of Geomorphology.* New York, London, John Willey and Sons, Inc.

Todd D.K. 1980 *Groundwater Hidrology.* John Willey & Sons Inc, New York.

Tyrrel, G.W. 1958. *The Principles of Petrology.* Methuen and Co.