

## MELACAK SUMBER LOGAM DI SITUS TAMBLINGAN

### TRACING METAL RESOURCE AT TAMBLINGAN SITE

**I Putu Yuda Haribuana**

Balai Arkeologi Denpasar

Jl. Raya Sesetan No.80 Denpasar

Email : yudaharibuana@gmail.com

Naskah masuk : 04-02-2013  
Naskah setelah perbaikan : 04-03-2013  
Naskah disetujui untuk dimuat : 08-04-2013

#### **Abstract**

*Archaeological site of Tamblingan had been studied for several steps but still kept a basic thing which has not been revealed, related to the argument that this site was a metal processing site. It was indicated by the existence of metal in this site. In this study, it was traced the existence of metal and natural resources potential in this area. The research was done through some methods namely survey, excavation, photograph and video records and library research. Primary data were analyzed descriptively and qualitatively which reflected lithological condition in that area. From data analysis, it was known that there was metallic mineral element in that area. Besides that, there is also potential of minerals which are still exploited until today.*

**Keywords:** metal, potential, Tamblingan site

#### **Abstrak**

Situs arkeologi Tamblingan telah diteliti selama beberapa tahapan namun masih menyimpan suatu hal yang mendasar yang belum terungkap, terkait dengan pernyataan situs ini merupakan situs olah logam. Hal tersebut adalah keberadaan bahan logam di situs ini. Dalam penelitian ini perlu ditelusuri keberadaan bahan logam dan potensi sumberdaya alam lainnya yang terdapat disini. Penelitian dilakukan dengan metode survei, ekskavasi, perekaman data foto dan video, serta studi kepustakaan. Analisis deskriptif kualitatif dilakukan pada data – data primer yang mencerminkan kondisi litologi daerah penelitian. Dari hasil analisis data diketahui bahwa di situs Tamblingan memang terdapat jejak unsur mineral logam, disamping itu terdapat juga potensi bahan galian yang sampai saat ini masih dieksploitasi.

**Kata kunci :** logam, potensi, situs Tamblingan

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pulau Bali memiliki potensi alam dan budaya yang sangat melimpah, bahkan hal ini sudah diakui oleh dunia terutama dari aspek pariwisata. Semua hal yang berhubungan dengan alam Bali dan budayanya memiliki keunikan tersendiri sebagai salah satu kekayaan yang dimiliki oleh Indonesia. Keinginan untuk menggali potensi alam dan budaya khususnya di Bali sampai saat ini masih terus dilakukan. Salah satunya adalah menggali potensi sumberdaya budaya untuk kepentingan pelestarian dan diharapkan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kegiatan ini dilakukan oleh pemangku kepentingan dari berbagai kalangan di bawah pengawasan pemerintah Republik Indonesia melalui pemerintah daerah.

Sebagai salah satu pemangku kepentingan, para peneliti baik luar maupun dalam negeri telah melakukan penelitiannya di daerah Bali, sesuai dengan disiplin ilmu atau kepakaran mereka. Potensi keindahan alam Bali sesungguhnya sangat melimpah, namun eksploitasi potensi sumberdaya alam yang tidak terkontrol akan mengakibatkan kerusakan lingkungan dan akhirnya akan mendatangkan bencana alam. Kawasan Bali pegunungan yang terletak di bagian tengah pulau bali terbentang dari timur sampai barat pulau merupakan salah satu potensi alam Bali. Di dalamnya terkandung potensi sumberdaya budaya yang tidak akan pernah habis karena termasuk dalam sumberdaya yang terbarui. Sumberdaya alam dan budaya sendiri tidak dapat dipisahkan karena merupakan satu kesatuan yang

tidak akan dapat berdiri sendiri. Namun sebaliknya sumberdaya alam adalah sumberdaya yang tidak terbaru.

Balai Arkeologi Denpasar merupakan salah satu lembaga penelitian yang memiliki tugas untuk mengadakan penelitian arkeologi di wilayah provinsi Bali, NTB dan NTT. Situs Tamblingan terletak di Kabupaten Buleleng Propinsi Bali, merupakan sebuah situs arkeologi yang telah diteliti selama 12 tahap sejak tahun 1987 sampai dengan tahun 2012. Berawal dari penemuan selebar prasasti Tamblingan oleh seorang petani bernama Pan Niki pada tahun 1987 ketika membersihkan ladang di tepi danau Tamblingan. Dari hasil pembacaan dapat diungkapkan bahwa prasasti tersebut dikeluarkan oleh Raja Bhatara Cri Parameswara pada tahun Saka 1306 (1384 M), ditujukan kepada keluarga *pande besi* Tamblingan agar kembali dari tempat pengungsian, dan kepada arya Cengceng (Kenceng) diperintahkan agar segera kembali ke Lo Gajah (Goa Gajah), (Suantika, 1993). Situs Tamblingan memiliki keunikan tersendiri karena di dalamnya terkandung tinggalan budaya yang terkait langsung dengan potensi sumberdaya alam. Hasil penelitian terdahulu telah menemukan peralatan olah logam seperti berupa adanya temuan palungan-palungan batu pendingin, batu ububan, batu landasan pukul, kerak-kerak logam, butiran-butiran logam, wadah lebur logam (kowi), alat kait besi, arang dan beberapa hasil produksi seperti pisai, keris, tombak. Benda-benda lain yang ditemukan seperti kereweng, keramik, struktur terkait dengan tempat tinggal dan bengkel logam (Sutaba, 2007).

Pada kesempatan kali ini Tim Balai Arkeologi Denpasar melakukan penelitian tahap ke-13, yang dilaksanakan dari tanggal 14 – 27 Mei 2012. Penelitian ini beranggotakan 15 orang, yang diketuai oleh A.A. Gede Bagus, terdiri dari 4 tenaga peneliti dan 11 tenaga teknis lainnya. Adapun tema penelitian adalah “Penelitian Kawasan Situs Arkeologi Tamblingan Untuk Pengembangan Destinasi Wisata Kabupaten Buleleng” dengan sumber dana DIPA Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif tahun 2012.

### Rumusan Masalah

Pemasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Apakah memang benar terdapat bahan logam di situs Tamblingan dan bagaimana proses terjadinya?

- b. Potensi apa saja yang terdapat di situs Tamblingan selain potensi arkeologi?

### Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah memang benar terdapat sumber daya alam logam di lokasi penelitian dan sekitarnya, mengetahui proses-proses yang menyertainya, serta untuk mengetahui potensi alam lainnya. Sedangkan kegunaannya adalah untuk menguatkan hasil penelitian arkeologi yang telah dilakukan selama bertahun-tahun yang mengindikasikan bahwa situs ini merupakan situs perajin logam. Disamping itu kegunaan lainnya adalah untuk menambah wawasan dan memperkaya data serta memperkuat jatidiri bangsa yang akan berdampak langsung kepada masyarakat pendukung masa sekarang dan masa depan, khususnya untuk pengembangan pariwisata daerah Bali.

### Landasan Teori

Untuk memecahkan permasalahan penelitian tersebut diatas, terdapat beberapa landasan teori antara lain :

- a. Proses Hidrotermal

Mineral adalah adalah suatu zat atau benda yang terbentuk oleh proses alam, bersifat padat, dan tersusun atas komposisi kimia tertentu. Mineral terbentuk dari atom serta molekul dari berbagai unsur kimia, dimana atom dan molekul-molekul tersebut dalam suatu pola yang teratur. Mineral umumnya merupakan zat anorganik. Menurut Walter T. Huang, 1962, dalam suatu batuan mineral dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu : mineral utama, mineral sekunder dan mineral asesoris. Kelompok asesoris merupakan kelompok mineral yang terbentuk pada proses kristalisasi magma yang umumnya ditemukan dalam jumlah yang sedikit. Namun dapat pula dijumpai dengan jumlah yang banyak dan akan memiliki nilai ekonomis. Mineral yang termasuk kelompok asesoris/ mineral tambahan ini adalah : hematit, kromit, spene, muskovit, rutil, magnetit, zeolit, apatit, dan lain-lain. Dalam proses terjadinya intrusi magma menuju permukaan, tubuh batuan yang dilewatinya akan membentuk mineral-mineral ubahan. Mineral-mineral hidrotermal ini diklasifikasikan lagi menjadi: Mineral hidrotermal temperatur tinggi, temperatur rendah dan mineral teroksidasi. Mineral yang termasuk golongan yang terbentuk pada temperatur tinggi antara lain: emas,

perak, kalkopirit, dan bornit. Sedangkan yang terbentuk pada temperatur rendah adalah barit, pirit, kasiterit. Untuk golongan yang teroksidasi, dicirikan dengan warna kuning kemerahan pada tubuh batuan dan biasanya berupa endapan. Hal ini terjadi karena mineral-mineral oksida tersebut dalam keadaan tidak stabil dan mudah mengalami pelapukan dan teroksidasi setelah kontak dengan oksigen. (Aydinalp, 2011).

b. Tinggalan arkeologis adalah bukti autentik sebagai jawaban atas gagasan-gagasan manusia terhadap tantangan dari alam lingkungannya, di satu pihak dan keperluan hidup sehari-hari semakin meningkat dan kompleks. Tinggalan arkeologis yang sampai kepada kita dewasa ini akan mencerminkan aspek-aspek kehidupan masyarakat pendukungnya, yaitu kehidupan sosial ekonomi, penguasa teknologi dan ilmu pengetahuan, sistem religi, organisasi sosial, pola pemukiman, keadaan lingkungan hidup dan pengelolaannya serta aspek-aspek lainnya (Suarbhawa, 2005). Tinggalan arkeologis merupakan sarana pendidikan bagi generasi muda yang pada gilirannya akan menjadi penerus bangsa. Mengingat pentingnya tinggalan arkeologis tersebut, maka pemerintah secara terus menerus berusaha untuk melestarikan dan memanfaatkan dengan sebaik-baiknya untuk kepentingan bangsa (Sutaba, 1994 : 48 - 49).

## Hipotesis

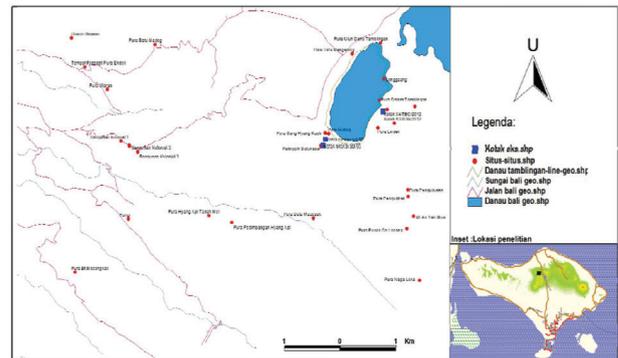
Eksplorasi sumber daya alam telah dilakukan sejak dulu, hal ini dilakukan oleh masyarakat sebagai salah satu upaya untuk mempertahankan eksistensi mereka sebagai manusia yang harus memenuhi kebutuhan hidup. Dengan kemampuan berpikir dan keinginan untuk bertahan hidup menjadi alasan yang mendasar dalam kaitannya dengan eksploitasi sumber daya alam. Hal inipun sampai masa sekarang masih terus terjadi dan terkadang menjurus ke arah kerusakan lingkungan hidup. Sebagai salah satu golongan masyarakat pada zaman Bali Kuna, komunitas perajin logam di kawasan Tamblingan merupakan salah satu contoh bagaimana manusia berinteraksi dengan alam. Kemungkinan besar komunitas tersebut menempati wilayah situs Tamblingan dengan alasan bahwa di daerah ini terdapat sumberdaya alam berupa logam. Untuk memudahkan akses ke sumber logam

tersebut maka dibuatlah permukiman di sekitar danau Tamblingan.

## Metode Penelitian

### Lokasi

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Dusun Tamblingan, Desa Munduk, Kecamatan, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Secara astronomis terletak antara 8°15'21.0''; 8°15'88.0''LS dan 115°6'20''; 115°5'44.0''BT. Pada peta pulau Bali terletak di daerah pegunungan tengah Bali, Lokasi dapat dicapai dengan kendaraan bermotor roda dua maupun empat dari Denpasar menuju ke arah utara dengan jarak tempuh 32 km selama 1,5 jam. Kondisi jalan saat ini sangat baik, karena daerah ini merupakan salah satu tujuan wisata, melewati objek wisata Danau Beratan menuju arah utara ke Singaraja.



*Peta 1. Lokasi Penelitian (Sumber:Peta RBI Skala 1:100.000, diolah dengan Arcview)*

### Cara Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan studi kepustakaan, survei permukaan, ekskavasi, pengambilan contoh batuan, dan perekaman dokumentasi foto dan video.

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan metode analisis kualitatif deskriptif. Analisis ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data tentang situs Tamblingan dari aspek arkeologi, dari data primer yang terkumpul tersebut kemudian dilakukan komparasi dengan data pendukung lainnya. Analisis contoh batuan secara megaskopis dari hasil kegiatan survei dilakukan untuk mengetahui karakteristik batuan daerah penelitian dan proses-proses alam yang terjadi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Busur vulkanik Indonesia meluas sepanjang 6.000 km dari utara Sumatera ke Laut Maluku membentuk empat sabuk vulkanik. Sabuk vulkanik terpanjang adalah sabuk vulkanik Sunda yang membentang dari ujung utara pulau Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, dan Flores. Tiga lainnya adalah Banda, Halmahera, dan Sulawesi Utara (Katili, 1973; Hamilton, 1979 dalam Igan, 2009). Pulau Bali merupakan manifestasi penunjaman (subduksi) Kenosokum kerak samudera Hindia terhadap dataran Sunda. (Crostella, dkk 1976; Katili, 1975; Audrey-Charles, dkk, 1975 dalam Sumartono, 2005). Dari peristiwa tersebut pengaruhnya terhadap daerah penelitian adalah menghasilkan bentuk morfologi deretan pegunungan di bagian tengah pulau Bali membentang dari barat ke timur. Mulai dari barat hingga timur daerah penelitian umumnya ditutupi oleh batuan vulkanik yang relatif lebih muda yaitu batuan vulkanik Kuarter, yang terdiri dari lava, lahar, breksi dan tufa, pada umumnya berkomposisi dasit, andesit sampai basal dan sering dijumpai tufa yang mengandung batuapung. Mineral asesori dari grup mika terutama biotit, mineral sedikit magnetit dan ilmenit sangat lazim ditemukan pada batuan vulkanik lelehan dan piroklastik (Sumartono, 2005).



Foto 1. Batuan metamorf yang dimanfaatkan sebagai tempat suci

Khusus geologi daerah penelitian tersusun dari Batuan vulkanik yang merupakan produk dari Gunung Lesong pada zaman Kuarter Atas (0,01 Juta tahun lalu). Selain batuan vulkanik, terdapat juga endapan alluvial yang tersebar di sisi timur danau (Hadiwidjojo, 1971). Danau Tamblingan merupakan salah satu kaldera dari kesatuan gunung api Pohen, Sengayang dan Lesong, yang kemudian

terisi air sehingga menjadi tiga buah danau yaitu Tamblingan, Buyan dan Beratan. Proses dinamika alam yang disebabkan oleh tenaga endogen dan eksogen terus terjadi yang mengakibatkan terjadinya kontrol stuktur pada lapisan batuan serta pelapukan fisik dan kimia yang merubah morfologi daerah penelitian dan sekitarnya.

Kegiatan survei dilakukan di kawasan situs Tamblingan atau Desa Munduk termasuk ke desa-desa di sekitarnya. Untuk desa Munduk, survei dilakukan di 17 titik lokasi yaitu: Pura Gubug, Pura Penimbangan, Pura Hyang Kauh, Pura Tirtha Mengening, Pura Ulundanu, Pura Dalem Tamblingan, Pura Embang, Pura Pande, Pura Endek, Pura Batu Leping, Pura Pengukusan, Pura Pengukiran, Pura Puncak Gunung Lesong, Pura Naga Loka, Palinggih Batu Kasur, Pura Batu Masepak, Pura Hyang Api Tanah Mel, dan Palinggih Pasimpangan Dur Capah. Sedangkan desa Gobleg terdapat dua lokasi yaitu Pura Batu Batu Madeg dan Pura Ularan. Disamping desa Munduk dan Gobleg, survei juga dilakukan di Desa Asah Panji dan Gesing.

Dari hasil survei yang dilakukan di desa Munduk, ditemukan sejumlah data menarik yaitu di setiap lokasi survei terdapat batu sebagai media pemujaan dan dikeramatkan oleh masyarakat. Setelah diadakan observasi dan diskripsi pada setiap temuan di masing-masing lokasi, batuan yang dipergunakan sebagai media dengan berbagai bentuk seperti meja batu, batu berdiri, dan terdapat juga berbentuk bongkahan adalah termasuk dalam jenis batuan beku andesitik. Namun di beberapa tempat juga ditemukan dari jenis batuan metamorf *schist* dan breksi vulkanik. Dari beberapa contoh batuan berupa *hand sample* dapat diketahui karakteristik litologi daerah penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan ciri-ciri khusus pada tiap contoh batuan. Berikut diskripsi masing-masing contoh batuan tersebut :

- a. Contoh no.1
  - Jenis : Metamorf
  - Warna : Merah kehijauan
  - Struktur : Foliasi (perlapisan pada singkapan 1 - 4 cm)
  - Tekstur : butir: halus, kemas: lepidoblastik
  - Komposisi : felspar, biotit, plagioklas, kwarsa
  - Nama : *schist*

Lokasi : sekitar Pura Tirta Mangening, 08°15'01.8''LS dan 115°06'13.4''BT pada 1227 mdpl

Foto :



**Foto 2.** Contoh batuan nomor 1

b. Contoh no.2

Jenis : Metamorf  
 Warna : Abu-abu kehijauan  
 Struktur : Foliasi  
 Tekstur : butir : sedang-halus, kemas: lepidoblastik  
 Komposisi : Klorit, muskovit, kwarsa, plagioklas  
 Nama : *Schist*  
 Lokasi : sekitar Pura Batukasur, 8° 15' 57.9''LS dan E115° 05' 23.1''BT pada 1241 mdpl

Foto :



**Foto 3.** Contoh batuan no.2

c. Contoh no.3

Jenis : Metamorf  
 Warna : abu-abu  
 Struktur : foliasi  
 Tekstur : butir : sedang-kasar, kemas : granoblastik  
 Komposisi : felspar, kwarsa, mika, amfibol  
 Nama : *Gneiss*  
 Lokasi : sekitar Pura Dalem Tamblingan, 08°15'36.0''LS dan 115°06'08.5''BT pada 1247 mdpl

Foto :



Foto 4. Contoh batuan no.3



Foto 5. Contoh batuan no.4

- d. Contoh no.4
- |           |   |
|-----------|---|
| Jenis     | : Metamorf  |
| Warna     | : abu-abu   |
| Struktur  | : foliasi   |
| Tekstur   | : butir halus, kemas : lepidoblastik  |
| Komposisi | : klorit, plagioklas, epidot  |
| Nama      | : Schist  |
| Lokasi    | : sekitar lokasi penambangan batu 08°16'36.70''LS dan 115°05'18.70''BT pada 1249 mdpl |
| Foto      | :   |

Kegiatan ekskavasi dilakukan juga dalam penelitian ini. Pembukaan 3 buah kotak ekskavasi dilakukan di sekitar pinggir danau Tamblingan. Kotak yang dibuka adalah kotak LXIII, LXIV, LXV, dengan sistem *box* dan *spit*. Kotak berukuran 2 x 2 m sedangkan tiap *spit* sedalam 10 cm setelah 25 cm dari permukaan tanah. Pemilihan lokasi ekskavasi kali ini terbentur dengan meluapnya air danau sehingga tidak dapat leluasa memilih lokasi ekskavasi. Lokasi ekskavasi penelitian sebelumnya yang ditemukan artefak-artefak dalam jumlah signifikan terletak di sekitar Pura Pande maka dari itu Kotak LXIII dan LXIV dibuka disini. Namun di kedua kotak ini tidak menemukan artefak yang diharapkan karena intrusi air danau yang naik ± 5 m sehingga air masuk ke dalam dua kotak tersebut. Lain halnya dengan kotak LXV, disini ditemukan sejumlah kereweng (pecahan gerabah), keramik asing, dan struktur batu yang tersusun. Struktur batu tersebut mulai tampak dari spit 10 dengan arah kelurusan barat laut - tenggara dan berakhir spit 12 dengan 5 susunan batu. Panjang struktur 115 cm, tinggi 55 cm.

#### Pembahasan

Menurut Norman Herz dan Ervan G. Garrison, 1998, terdapat lebih dari 100 unsur dimana 94 diantaranya ditemukan di kerak bumi. Selebihnya

adalah produk radioaktif reaksi nuklir buatan manusia. Namun hanya 12 unsur tersebut adalah sebagai penyusun 99% dari total berat kerak benua. Elemen ini adalah unsur utama yang dilaporkan melalui analisis kimia, dari bahan seperti oksida,

karena mereka ditunjukkan dalam tabel 1. Dalam kerak bumi, dalam perbandingan 9 dari 10, ion-ion seperti  $O_2^-$ ,  $Si_4^+$ , dan  $Al_3^+$ , presentase  $O_2^-$  adalah 94% dari volume kerak sebenarnya.

Komponen	Persentase berdasarkan berat	Nama
SiO <sub>2</sub>	59.26	<i>Silica</i>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.35	<i>Alumina</i>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.14	<i>Ferric iron</i>
FeO	3.74	<i>Ferrous iron</i>
MgO	3.46	<i>Magnesia</i>
CaO	5.08	<i>Lime</i>
Na <sub>2</sub> O	3.81	<i>Soda</i>
K <sub>2</sub> O	3.12	<i>Potash</i>
TiO <sub>2</sub>	0.73	<i>Titania</i>
H <sub>2</sub> O	1.26	<i>Water</i>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.28	<i>Phosphorus pentoxide</i>
Total :	99.23	

**Tabel 1.** *Komponen kerak bumi (Sumber: Norman Herz dan Ervan G. Garrison, 1998; dimodifikasi)*

Sedangkan unsur lainnya adalah kelompok minor atau unsur runut (*trace element*). Dalam analisis kimia, unsur yang melebihi 1% disebut kelompok utama, dari 1% - 0,01% adalah kelompok minor, dan yang lebih kecil dari 0,01% adalah yang termasuk dalam unsur runut. Kedua kelompok

elemen tersebut disebut golongan oksida. *Trace element* / unsur runut dalam satuannya menggunakan satuan *ppm (part per million)*. Sebagian besar logam yang signifikan penggunaannya dalam arkeologi termasuk dalam golongan unsur runut (Tabel.2).

Unsur	Simbol	Ketersediaan (ppm)
<i>Antimony</i>	Sb	1
<i>Arsenic</i>	As	5
<i>Cobalt</i>	Co	23
<i>Copper</i>	Cu	70
<i>Gold</i>	Au	0.005
<i>Lead</i>	Pb	16
<i>Manganese</i>	Mn	1,000
<i>Mercury</i>	Hg	0.5
<i>Nickel</i>	Ni	80
<i>Platinum</i>	Pt	0.005
<i>Silver</i>	Ag	0.1
<i>Strontium</i>	Sr	300
<i>Sulfur</i>	S	520
<i>Tin</i>	Sn	40
<i>Tungsten</i>	W	69
<i>Uranium</i>	U	4
<i>Zinc</i>	Zn	132
<i>Zirconium</i>	Zr	220

**Tabel 2.** *Ketersediaan unsur runut dalam kerak bumi (Sumber: Norman Herz dan Ervan G. Garrison, 1998; dimodifikasi)*

Dari data lapangan yang diperoleh, ditunjukkan dengan contoh batuan yang dianggap mewakili kondisi litologi daerah penelitian. Karakteristik batuan dan proses – proses tektonik serta vulkanik di daerah penelitian khususnya dan pada zona subduksi (*Sunda Arc*) pada umumnya. Keseluruhan proses tersebut saling terkait sehingga nampak pada ciri-ciri litologi daerah penelitian. Batuan vulkanik manifestasi Gunung api Buyan-Bratan Purba yang diperkirakan berumur kuartar bawah (~1,8 juta tahun), merupakan batuan tertua yang terdapat di daerah ini, kemudian di atasnya tersusun atas endapan lahar Buyan dan tufa, setelah itu terdapat batuan vulkanik hasil Gunung Lesong, dan yang paling muda adalah endapan alluvial terdapat di sebelah timur – tenggara danau Tamblingan. Dapat dicermati bahwa setelah kegiatan Gunung Buyan-Bratan Purba, masih terus terdapat kegiatan vulkanisme khususnya di daerah ini, ditunjukkan dengan endapan lahan dan kandungan tufa. Kegiatan vulkanisme ini yang terjadi berkesinambungan ini merubah komposisi mineral batuan yang dilewati oleh magma dengan manifestasi berupa intrusi baik itu tipe *dyke* atau *sill*. Namun belum dapat di ketahui secara pasti tentang kategori intrusi di daerah penelitian karena belum ditemukan zona kontak di lapangan. Di sekitar Pura Naga Loka (arah barat daya dari puncak Gunung Lesong) terdapat *volcanic pipe*, lubang ini berdiameter  $\pm 2 - 4$  m (Foto 6). Fitur ini terjadi pada saat penerobosan magma keluar melalui kawah Gunung Lesong, namun karena aktivitas magma terhenti maka lubang tetap terbuka dan tidak sampai membentuk kerucut parasit baru.

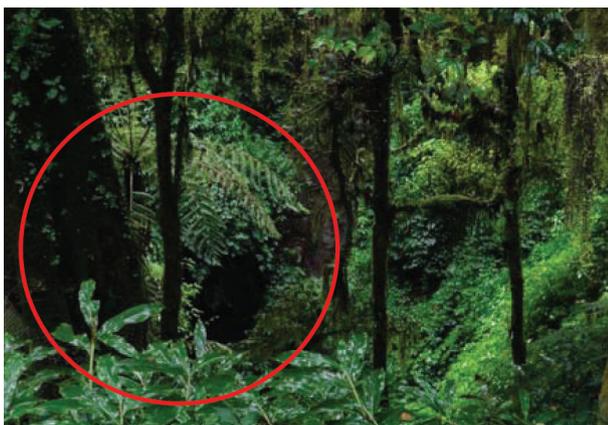


Foto 6. Lubang volcanic pipe di sekitar Pura Naga Loka

Mineral-mineral logam sebagai endapan logam tersebar secara tidak merata di seluruh dunia. Formasi endapan mineral adalah suatu seri pengendapan dalam sejarah geologi suatu daerah dan dicirikan oleh : aktivitas magma, proses sedimentasi dan metamorfisme (Norman, 1998:230). Jika dikaitkan dengan kondisi daerah penelitian, ketiga ciri tersebut dapat ditemukan di lapangan. Aktivitas magma memang pernah terjadi disini, ditunjukkan dengan adanya aktivitas gunung api Buyan-Bratan Purba dan manifestasi litologinya. Selanjutnya proses sedimentasi juga terjadi ditunjukkan dengan adanya endapan alluvial yang cukup tebal. Dalam ekskavasi tahap ini, kandungan alluvial mencapai tebal 3m pada kotak ekskavasi LXV.

Di samping itu juga terkait dengan proses sedimentasi yang terjadi, dalam penelitian tahap sebelumnya ditemukan beberapa contoh batuan berukuran  $\pm 10$  cm (*hand sample*). (Foto 7). Dari ciri fisik terlihat lubang-lubang seperti struktur skoria (tempat keluar gas) , warna merah



Foto 7. Contoh endapan logam

kekuningan, berat mencapai 0,5 kg dan bagian tertentu menempel dengan magnet. Dari ciri-ciri tersebut, dapat diasumsikan bahwa contoh ini merupakan hasil endapan kelompok logam-logam sulfida, seperti : *Galena* (PbS), *Sphalerite* (ZnS), *Covellite* (CuS), *Chalcocite* (Cu<sub>2</sub>S), *Argentite/acanthite* (Ag<sub>2</sub>S), *Stibnite* (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), *Pyrite* (FeS<sub>2</sub>), *Chalcopyrite* (CuFeS<sub>2</sub>), *Bornite* (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>), *Stannite* (Cu<sub>2</sub>FeSnS<sub>4</sub>). Namun nilai absolut kandungan kimia contoh tersebut belum diketahui pasti karena belum dilakukan uji laboratorium. Menurut Sumartono, 2005, yang melakukan penyelidikan geokimia di daerah bali, dalam laporannya menyebutkan di bagian tengah pulau Bali, asosiasi Co\_Zn\_Fe\_Mn merupakan penciri proses geokimia yang lazim di lingkungan geokimia permukaan. Kelompok ini erat

terkait dengan sebaran kelompok litologi vulkanik Kuartar berkomposisi menengah sampai basa, yang mempunyai konsentrasi latar belakang Zn dan Co yang cukup tinggi. Akibat lingkungan pH basa sehingga terjadi peningkatan *secondary dispersion* terhadap unsur-unsur tersebut, kemudian diikat secara kimiawi oleh oksida-oksida mangan dan besi yang berasal dari mineral-mineral feromagnesian.

Proses metamorfisme juga terjadi di daerah penelitian, hal ini ditunjukkan oleh ciri-ciri litologi dari contoh batuan yang telah dideskripsi. Pada tempat - tempat tertentu terdapat perubahan komposisi mineral asal (batuan vulkanik kuartar), hal ini menunjukkan terjadinya peningkatan suhu pada saat magma menuju permukaan dan akibat tekanan yang berlangsung secara dinamis dan berkesinambungan dari tektonik regional.

Masyarakat Tamblingan pada masa lalu memilih lokasi permukiman yang memang telah memenuhi salah satu kebutuhan pokok manusia yaitu tersedianya air. Disamping itu, setelah dilakukan penelitian ini, memang benar terdapat potensi bahan logam. Lokasi situs Tamblingan sendiri memang representatif dan strategis untuk permukiman. Kawasan hutan dilestarikan, dilindungi dan diproteksi baik masa lalu sampai dengan masa sekarang. Namun pada kenyataannya masa sekarang seiring dengan meningkatnya kebutuhan hidup, masyarakat berusaha mengeksploitasi sumberdaya alam yang terdekat dengan tempat mereka. Terlihat di lapangan, alih fungsi lahan telah terjadi di kawasan situs ini, kawasan hutan pada beberapa tempat telah berubah menjadi areal perkebunan baik itu sayur dan buah. Di samping itu juga terdapat lokasi penggalian batu di sebelah selatan danau yang jaraknya  $\pm 1,3$ km tetapi masih di wilayah desa Munduk. Di areal penambangan ini terdapat sebuah pura yaitu Pura Batu Masepak,



**Foto 8.** Lokasi Pura Batu Masepak

yang sangat disayangkan disini adalah di sekitar pura penggalian telah dilakukan sehingga hanya menyisakan pelinggih pura ini menjadi bentuk bukit sisa. (Foto 8). Keadaan seperti ini menuntut kebijaksanaan masyarakat untuk bercermin kembali di masa lalu dimana kelestarian alam dapat terjaga selama ratusan tahun.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Dari hasil analisis data yang telah ditemukan di lokasi penelitian yang berkaitan dengan sumber daya alam berupa logam di situs arkeologi Tamblingan, maka dapat ditarik kesimpulan :

- a. Dari ciri-ciri dan karakteristik batuan penyusun daerah penelitian, serta proses-proses yang terjadi masa lalu dan sekarang adalah saling berkaitan, dinamis dan berkesinambungan. Dari terbentuknya gunung Api Buyan-Bratan Purba sampai dengan terjadi danau, hal tersebut dipengaruhi oleh proses tektonik regional dan keletakan daerah penelitian. Didalamnya terjadi kegiatan vulkanisme dan aspek-aspeknya seperti misalnya penerobosan magma dan metamorfisme. Endapan mineral logam murni sangat mungkin terdapat di daerah penelitian. Proses sedimentasi menghasilkan endapan mineral logam namun terlebih dahulu melewati proses pelapukan kimiawi yang merubah komposisi mineral asal.
- b. Pemanfaatan potensi baik itu sumberdaya alam berupa bahan logam, bahan galian dan sumberdaya arkeologi di situs Tamblingan telah berkembang sejak masa prasejarah sampai dengan masa sejarah. Hal ini menjadi tantangan bagi generasi muda dan generasi berikutnya untuk tetap menjaga kelestarian potensi alam dan potensi arkeologi di kawasan situ Tamblingan.

### **Saran**

Hasil penelitian pada kesempatan ini masih jauh dari sempurna, untuk kesempatan yang akan datang diperlukan metode-metode baru yang akan menunjang status situs Tamblingan sebagai situs olah logam. Metode seperti uji laboratorium baik geokimia, paleomagnet, sedimen dan lainnya sangat dipandang perlu untuk memecahkan permasalahan penelitian selanjutnya. Disamping itu diperlukan ahli-ahli yang khusus membidangi baik itu ahli vulkanologi, sedimentologi dan lain-lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ardika, I Wayan, 1978. *Bronze Artifacts and The Rise Of Complex Society In Bali*, Thesis: Australian National University, Canberra.
- Aydinalp, Cumhur, 2011, *An Introduction to the Study of Mineralogy*, Uludag University, Bursa, Turkey, Diterbitkan oleh InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.
- Bagus, A.A. Gede dan Suarbhawa, I Gusti Made, 2012. "Penelitian Kawasan Situs Arkeologi Tamblingan Untuk Pengembangan Destinasi Wisata Kabupaten Buleleng", *Laporan Penelitian Arkeologi*, Balai Arkeologi Denpasar. Tidak diterbitkan.
- Guilbert, Jhon M. dan Charles F. Park, Jr., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, Freeman, p.302
- Hamilton, W., 1979. "Tectonics of the Indonesian region", *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 1078 pp.
- Herz, Norman dan Garrison, Ervan G., 1998, *Geological Method for Archaeology*, Oxford University Press 1998 p. 195-197
- Hutchison, C.S., 1981. "Review of the Indonesian volcanic arc. In: Barber, A. J. and Wiryosujono, S (Eds.)", *The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia. Geological Research and Development Centre Special Publication*, 2, p.65- 80.
- Purbo-Hadiwidjojo M.M., 1971. *Peta Geologi Lembar Bali skala 1: 250.000*. Diterbitkan oleh Direktorat Geologi Bandung.
- Sutaba, I Made, 2007. *Situs Tamblingan*, Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Buleleng bekerjasama dengan Balai Arkeologi Denpasar.
- Sutawijaya, S., Igan, 2009. "Ignimbrite Analyses of Batur Caldera, Bali, based on <sup>14</sup>C Dating", *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4 No. 3 September 2009: 189-202
- Sumartono, 2005, "Penyelidikan Geokimia Regional Sistematis Lembar Denpasar D a n Mataram Provinsi Bali", *Kolokium Hasil Lapangan - DIM, 2005*