

# ENDAPAN EMAS TIPE CARLIN

ESTI HANDINI

INTISARI. Carlin adalah nama suatu kota dibagian utara Nevada tengah, AS. Sedangkan tambang emas Carlin pertama kali ditemukan oleh Eureka.co tahun 1961. Emas yang di hasilkan di Nevada didominasi oleh emas dari endapan tipe Carlin. Secara regional, bijih tipe Carlin, telah berproduksi selama 70 tahun. Emas tersebut dihasilkan lebih dari 40 endapan tipe Carlin di Nevada dan Utah, dengan jumlah produksi yang terbesar adalah Carlin trend, yaitu mencapai 66 juta hingga 120 juta ons emas untuk seluruh endapan. Karakteristik endapan emas tipe Carlin antara lain kandungan Au/Ag relatif tinggi, dan adanya pengkayaan unsur As, Sb, Hg dan Tl, dan kandungan karbon yang tinggi hingga mencapai 0,5% berat dari batuan pembawa. Endapan tipe ini didominasi oleh *invisible gold*, yaitu emas hadir sebagai nanopartikel sangat kecil berukuran submikron dalam sulfida besi. Umumnya—namun tidak selalu—batuan pembawa endapan tersebut adalah batuan karbonat Paleozoik, dengan kontrol utama berupa struktur patahan purba yang terletak pada kedalaman tertentu yang cukup dalam. Berdasarkan penelitian, diketahui formasi tersebut terbentuk pada suhu temperatur yang relatif rendah (150-250 °C), pH rendah, dan kadar kegaraman rendah hingga sedang yang bercampur dengan air meteorik atau air magmatik yang berasal dari metamorfisme. Di perkirakan, bijih tipe Carlin terbentuk pada akhir Eosen, berdasarkan kaitannya secara genetik dengan magmatisme regional.

## 1. PENDAHULUAN

Emas menjadi sangat menarik dengan harga yang tinggi di pasaran. Kondisi tersebut menyebabkan emas sejak ratusan tahun lalu menjadi bahan tambang logam mulia yang paling diburu. Pada tahun 1980, endapan logam berharga—termasuk emas—menjadi salah satu target utama dalam eksplorasi logam. Pada tahun tersebut, pertambangan emas berkembang dengan cepat, terutama dengan biaya penambangan yang murah untuk tambang endapan dekat permukaan (tambang terbuka / *open pit*) dan kemajuan teknik penambangan logam, menyebabkan emas menjadi primadona pertambangan pada masa itu.

Terutama di negara-negara bagian di Amerika Serikat. Kebijakan politik dan ekonomi di tahun 1960-1970 telah menjadikan emas komoditi tambang yang utama. Endapan emas klasik yang kebanyakan di jumpai dalam bentuk urat, dan di tambang dengan tambang bawah tanah. Namun belakangan di temukan—dan menjadi lebih penting—endapan emas tipe Carlin, yang di jumpai di banyak tempat dan dapat di tambang dengan tambang permukaan. Metode yang merupakan hasil perpaduan antara geologi lingkungan, teori modern pergerakan lempeng, harga logam, kadar logam, dan kemampuan untuk memperkirakan lokasi endapan yang tidak tersingkap.

Di Amerika Serikat, endapan emas terhambur yang dapat ditambang terkonsentrasi di daerah Great Basin, Nevada. Konsentrasi gravitasi menunjukkan asosiasi mineral mengandung seng, tembaga, air raksa, dan logam lainnya serta non logam yang sering berasosiasi dengan mineralisasi emas. Nevada, terletak di tengah Great Basin, dilaporkan

terbanyak mengandung endapan emas terhambur. Dengan ditemukannya tambang emas Carlin—di utara kota Carlin, bagian utara Nevada tengah—memberikan kemajuan dalam bidang eksplorasi logam berharga yang kemudian meningkatkan harga emas di awal tahun 1960-an. Sejak ditemukannya endapan Carlin ini, lebih dari 100 endapan sejenis mengandung sekitar 6.000 ton (200 Moz) emas telah ditemukan di Nevada (Hofstra & Cline, 2000).

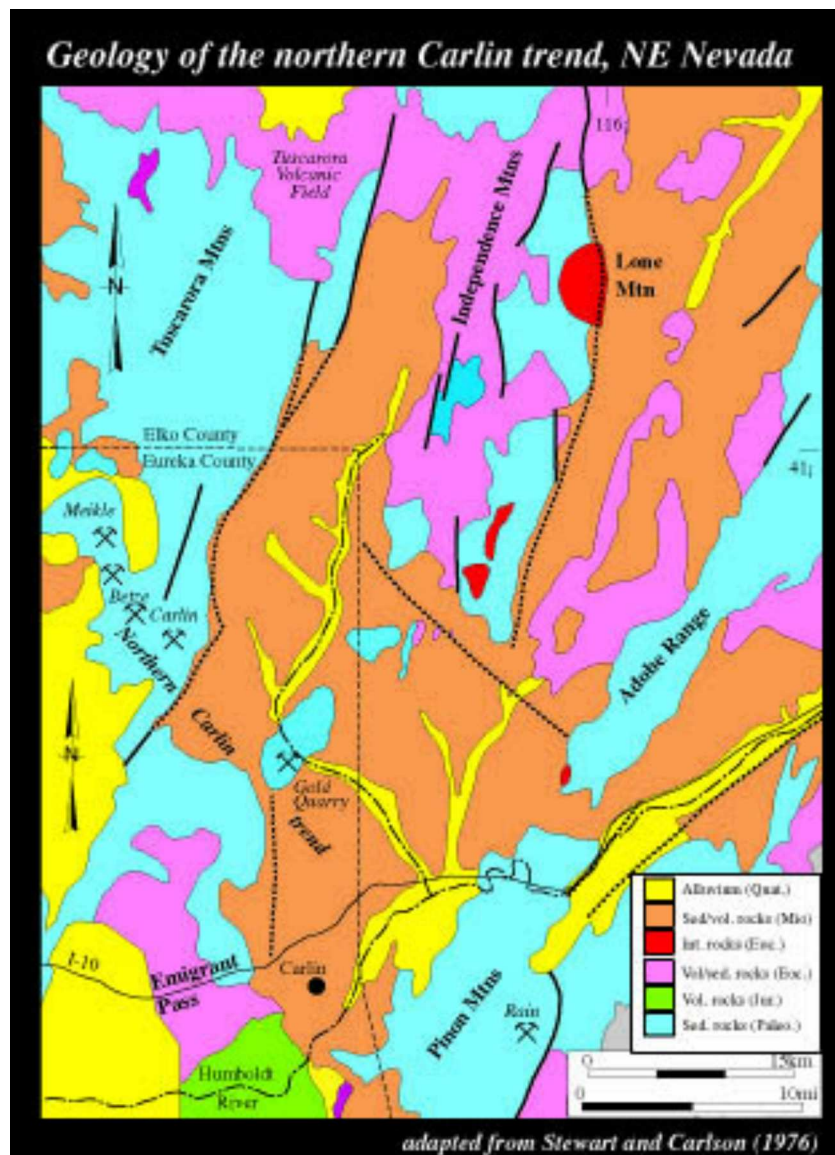
## 2. KARAKTERISTIK ENDAPAN TIPE CARLIN

Endapan tipe Carlin menjadi sangat spesifik dengan ciri-ciri endapan sebagai berikut: a) batuan pembawa berupa sedimen karbonat, b) emas yang di jumpai berukuran micron dan mengandung karbon mencapai 0,5% berat dari batuan pembawa. Endapan tipe Carlin adalah endapan emas utama yang di produksi di Nevada (Bonham, 1989). Tipikal emas pada endapan ini terbentuk sebagai butiran berukuran mikro yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang—atau dikenal sebagai *nosseum gold*—yang dijumpai sebagai penyerta dalam batugamping atau batulanau yang bersifat kalkareous. Batuan pembawanya memberikan kenampakan sedikit berbeda daripada batuan disekitarnya, dan batas endapannya hanya dapat dibedakan dari pengujian.

Bijih pada endapan tipe Carlin umumnya mengandung 8 ppm Au, 25 ppm Hg, 100 ppm Sb, 400 ppm As, dan 10 hingga 15 ppm Tl. Sedangkan perak tidak dijumpai. Pada sistem ini, emas terbentuk bersama dengan merkuri, antimon, dan arsenik sebagai penutup pada pirit dan sebagai pengisi pecahan pada mineral. Radtke, (1974, dalam Bagby & Berger, 1986) menggolongkan endapan tipe Carlin sebagai logam emas dengan karakteristik: berbutir halus, komposisi mineral sederhana dan relatif seragam, dengan konsentrasi arsenik, antimon dan merkuri yang tinggi, kandungan logam dasar yang rendah, dan kehadiran urat kuarsa dalam jumlah minimal, dengan mineral pengotor dari golongan sulfida (berupa pirit). Ferdock (2002) juga mengemukakan bahwa batuan karbonat sebagai batuan pembawa mengandung karbon sebanyak 0.5 % berat.

Endapan tipe Carlin ini juga disebut sebagai endapan emas *invisible* berkaitan dengan ukuran partikel logam emas yang dominan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, dan hanya dapat dikenali dengan pengujian laboratorium geokimia. Lebih dari 300 jenis mineral teridentifikasi pada bermacam-macam endapan (sekitar 160 jenis sepanjang tambang Goldstrike) dan menghasilkan variasi mineralogi dengan rentang antara mineral yang sangat umum dijumpai, mineral eksotik dan mineral jarang. Dari hasil tersebut, sebelas mineral baru telah dideskripsi. Mineral yang dijumpai berbeda dari setiap endapan, tergantung pada komposisi batuan pembawa dan variasi kimiawi dari fluida bijih. Namun, secara umum, mineralogi dari setiap endapan relatif sama, tergantung paragenesis, distribusi spasial dan zonasi. Secara umum, mineral yang dijumpai pada endapan tipe Carlin dibagi dalam enam kategori genetis (dari fase awal hingga fase akhir):

- Sedimen asli dan mineral diagenetik
- Mineral beku dan metamorf (pada paleozoik hingga kenozoik, basa hingga asam, intrusi hingga vulkanik, dan *halo* metamorfik)
- Mineral hidrotermal awal pra-emas dengan lempung dan sulfida yang sederhana secara kimiawi
- Emas dengan kandungan sulfida yang sedikit
- Deposisi emas pucat (*waning gold*) dengan formasi sulfida As-Sb-Zn-(Tl) dan garam sulfat bersama dengan sulfat Ba-(Ca) (termasuk bulk dari garam sulfat kompleks dan halida jarang)



GAMBAR 2.1. Geologi bagian utara Carlin, NE Nevada (Stewart & Carlson, 1976)

- Mineralisasi sekunder fase post-gold yang berkaitan dengan proses hipogen dan supergen

Beberapa spesies (sedikit), terbentuk pada lebih dari satu dari kategori tersebut dengan pengecualian pada pirit, beberapa sulfida logam dasar (misalnya sfalerit), kuarsa, kalsit, dolomit, ilit dan kaolinit, grafit dan gipsum.

**Barit berlapis.** Endapan emas tipe Carlin ditemukan pada beberapa lokasi diseluruh dunia. Namun, endapan yang terbesar terkonsentrasi di bagian barat Amerika Utara, dan pada beberapa daerah di bagian timur laut Nevada. Di jumpai tumpang tindih dengan endapan tipe Carlin—yang dominan berumur Eocen—berupa endapan barit berlapis yang berumur Paleozoik. Sementara, beberapa unit batuan yang berumur Paleozoik pada daerah ini, mengandung bahan organik yang melimpah. Barit berlapis dan bahan organik

tersebut penting untuk pengembangan fluida miskin bisulfida yang memungkinkan transportasi emas berkonsentrasi tinggi (Arehart, 2002). Sementara pada endapan emas tipe lainnya transportasi emas dengan konsentrasi tinggi tidak biasa terjadi.

Seiring dengan sirkulasi hidrotermal yang bekerja bersamaan dengan tektonisme ekstensional Eosen dan/atau magmatisme, proses termokimia telah menyebabkan sedimen barit berkurang menjadi bisulfida dengan asosiasi bahan organik. Melimpahnya sulfat merupakan hasil dari fluida yang telah mengalami pengkayaan bisulfida, sehingga memungkinkan transportasi emas dalam jarak tempuh yang cukup jauh melalui kerak hingga pada kedalaman beberapa kilometer sebelum permukaan dimana endapan emas terbentuk. Berdasarkan penelitian endapan tipe Carlin, karakteristik rasio Au:Ag yang tinggi adalah hasil dari pengkayaan bisulfida yang ekstrim (fluida hidrotermal relatif lebih berperan) kemungkinan hingga mencapai 1 molar  $H_2S$ .

Air meteorik yang mengalami proses pengkayaan bisulfida mampu memisahkan emas dari kolom kerak yang mengalami penurunan atau emas yang diterima dari sumber kerak yang lebih dalam (baik berupa magmatik maupun metamorfik) yang mengalami kenaikan sepanjang patahan berskala besar (dalam skala kerak). Bijih pada tahap sulfida secara umum memiliki rentang yang luas, nilai  $\delta^{34}S$  dengan rentang dari 0‰ (Getchell) yaitu kontribusi magmatik pada mantel, hingga mendekati 20‰ (Goldstrike), tanpa kontribusi magmatik atau mantel (Arehart, 2002).

Kemungkinan endapan tipe Carlin tidak terbentuk di daerah selain bagian barat Amerika Utara pada kondisi rezim tektonik atau magmatik yang sama karena kekurangan sulfat sedimenter yang bekerja sama dengan agen-agen pereduksi. Daerah lain di dunia yang lebih kecil dari endapan tipe Carlin secara umum kekurangan komponen sulfat sedimenter dalam jumlah yang signifikan. Dengan demikian, endapan yang ada di daerah ini akan memiliki ukuran yang lebih kecil karena konsentrasi bisulfida yang lebih rendah pada fluida hidrotermal.

### 3. GEOKIMIA JASPEROID

Tambang emas Carlin, Eureka Co., Nevada pertama kali ditemukan pada tahun 1961, pada identifikasi conto singkapan ada kandungan emas dan antimon. Emas ditemukan di sekitar sesar naik pada Formasi Roberts Mountains yang telah dipetakan oleh USGS sebagai batuan sediment karbonat. Berdasarkan hasil penelitian yang intensif (Radtke, 1981 dalam Nelson, 1990) menyatakan bahwa sistem hidrotermal pada endapan tipe Carlin memiliki karakter yang relatif sama dengan yang tercatat pada endapan Creede dan endapan yang lain. Endapan tipe Carlin terbentuk pada kedalaman yang dangkal, sekitar 4921 ft (1500 m) di bawah permukaan. Larutan hidrotermal ditambah dengan air meteorik yang mengalami pemanasan oleh energi vulkanik Tersier yang diyakini telah mengalami pencucian, serta endapan bijih dan mineral pengotor yang berasal dari batuan pembawa sedimen karbonat Paleozoik. Pemodelan ini lebih di terima secara luas dengan adanya bukti aktivitas intrusi di sekitarnya.

Kebanyakan—namun tidak semua—endapan emas memiliki konsentrasi sejumlah unsur penjejak yang berasosiasi dengan emas. Di Nevada, unsur penjejak yang paling sering di gunakan antara lain As, Sb, Hg, Tl dan W untuk endapan dengan batuan pembawa berupa batuan sedimen dengan tambahan berupa logam dasar untuk kebanyakan endapan. Walaupun unsur penjejak dapat menjadi sangat informatif mengenai lingkungan pembentukan emas, namun tetap diperhatikan kemungkinan adanya pemindahan unsur penjejak

dari emas akibat adanya proses eksogenik. Pada beberapa endapan emas, terutama endapan tipe adularia-serisit tidak memiliki unsur penjejak yang menandakannya, sehingga eksplorasi lebih diandalkan pada geokimia emas. Berdasarkan hasil penelitian pada conto tanah dan penelitian conto sedimen arus di Nevada telah membuktikan bahwa overburden materialnya merupakan residual. Sehingga pada beberapa lokasi overburdennya telah mengalami transportasi yang mengakibatkan pengambilan conto permukaan tidak efektif.

Pengambilan conto dari batuan yang termineralisasi terutama jasperoid, menjadi sangat berhasil, walaupun anomali jasperoidal sering telah mengalami pergeseran dari asosiasi endapannya. Eksplorasi tubuh bijih emas tipe Carlin di Amerika Serikat bagian barat melibatkan pengambilan conto dan analisis jasperoidal, yaitu tipe alterasi yang berbeda dan tersendiri, terbentuk sebagai hasil silisifikasi intensif pada sedimen laut. Jasperoid adalah tentang sepuluh sistem yang terdiri dari episodik silisifikasi breksi, urat kuarsa yang berbentuk stockwork, pengangkatan As, Sb, Hg, Ba dan Tl dan anomali berskala lokal Au dan Ag. Berdasarkan pengambilan sampel dari 4 barren sistem (Black Cliff, Hot Creek, Iron Point dan Mc Cluskey Peak) dan dari 6 tubuh bijih (meliputi Alligator Ridge, Carlin, Cortez, Horse Canyon, Jerritt Canyon dan Mercur) menghasilkan bahwa jasperoidal merupakan anomali geokimia pada sistem epitermal, termasuk emas dan perak (Nelson, 1990). Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh data mengenai variasi geokimia antara lain Li, P, Mn, Ba, Mo, Cr, Co, V, Cd, Ni, U, Zn dan Pb.

Lempung hitam marin yang mengandung logam mengalami pengkayaan variasi unsur geokimia tersebut, dan memiliki hubungan meruang dengan endapan tipe Carlin. Karakteristik unsur dari lempung hitam marin yang mengandung logam bisa di gunakan untuk mengidentifikasi sistem tipe Carlin, dengan asosiasi bijih emas. Emas pada tubuh bijih tipe Carlin kemungkinan telah mengalami pencucian dari sekuen batuan sumber yang mengandung lempung hitam marin yang mengandung logam. Eksplorasi logam berharga pada Great Basin, Amerika Serikat bagian barat terfokus pada endapan emas tipe Carlin. Yang merupakan variabel dari oksidasi, tubuh bijih yang dapat ditambang dengan batuan pembawa berupa sedimen marin yang tersilisifikasi dan mengalami argilisasi. Eksplorasi tubuh bijih emas tipe Carlin, selalu melibatkan pengambilan conto jasperoid, yaitu tipe alterasi yang berbeda/tersendiri, terbentuk sebagai hasil silisifikasi yang intensif dari sedimen laut.

Jasperoid memberikan bukti dari aktivitas hidrotermal, resisten terhadap erosi, dan terbentuk di setiap sistem endapan tipe Carlin. Conto jasperoid yang diambil digunakan untuk analisa unsur-unsur, Au, Ag, Sb, Hg, Ba dan Tl. Unsur-unsur ini mengalami pengkayaan dalam tubuh bijih emas tipe Carlin dan dalam endapan epitermal logam berharga secara umum. Jarang di jumpai emas lebih dari satu ppm dalam jasperoid pada endapan tipe Carlin. Terbukti bahwa peningkatan As, Sb, Hg, Ba dan Tl dan anomali lokal Au dan Ag dalam jasperoid merupakan indikasi bahwa hanya pada lingkungan epitermal, alterasi tersebut akan terbentuk. Sistem endapan tipe Carlin yang menampilkan anomali As, Sb, Hg, Ba dan Tl serta Au dan Ag level rendah, adalah yang terbanyak dieksplorasi oleh perusahaan tambang. Eksplorasi endapan emas tipe Carlin di Amerika Serikat bagian barat sangat tergantung pada analisa unsur-unsur epitermal yang menjadi anomali jasperoid yang di kumpulkan dari berbagai tubuh bijih dan barren sistem. Unsur-unsur penunjuk epitermal (Au, Ag, As, Sb, Hg, Ba, Tl) dan unsur-unsur geokimia meliputi Li, P, Mn, Ba, Mo, Cr, Co, V, Bi, Cd, Ni, U, Zn dan Pb).

Dari asosiasi ini, di perkirakan adanya hubungan genetik antara tubuh bijih endapan tipe Carlin dengan lempung hitam marin yang mengandung logam. Hal yang utama dalam eksplorasi, ada tidaknya pusat porfiri yang termineralisasi bukan menjadi suatu

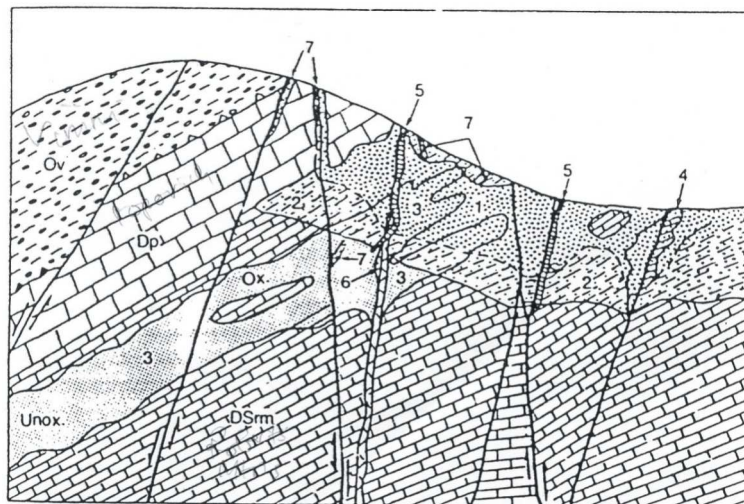
kondisi yang diharuskan ada untuk dijumpainya endapan emas terhambur dengan batuan pembawa sedimen (kehadiran unsur lithofil granitoid kurang relevan). Hal yang lebih penting dalam eksplorasi endapan emas terhambur dengan batuan pembawa sediment adalah kombinasi antara;

- Magmatisme regional
- Transtensional berskala kerak atau patahan ekstensional
- Litologi karbonat yang utama (harus memiliki karakteristik; berlapis tipis, lanauan berbutir halus, dan bersifat karbonatan).

Dengan persyaratan kondisi semacam itu, maka percampuran fluida dapat berlangsung. Jika dalam skala regional endapan Cu Au porfir dijumpai, maka akan jauh lebih baik.

#### 4. GENESA ENDAPAN TIPE CARLIN

Pada Carlin, endapan emas dalam skala regional memiliki hubungan meruag dengan sesar naik. Endapan Carlin terbentuk pada zona patahan tersebut, atau sekitar 100 hingga 200 m pada sedimen karbonat di bawah zona patahan tersebut (Gambar 4.1). Sedimen karbonat tersebut dan bidang patahan yang ada mengalami gerakan ke atas dan tererosi sehingga memungkinkan bagian yang lebih dalam tersingkap. Pembentukan kubah juga kemungkinan sebagai bagian dari kontrol regional. Roberts (1966, dalam Berger & Bonham, 1990), menyatakan bahwa diperlukan hal lain termasuk sumber yang spesifik emas, yaitu adanya patahan yang menyediakan akses bagi jalan masuknya fluida miskin emas, dan kehadiran batuan karbonat dan organik karbon sebagai presipitan dari cairan tersebut.



GAMBAR 4.1. Penampang geologi endapan tipe Carlin, Nevada

Menurut Radtke & Dickson (1974, dalam Berger & Bonham, 1990), endapan tipe Carlin secara karakteristik berasosiasi dengan sesar naik yang ada pada Formasi Roberts Mountains, meliputi lapisan tipis yang mengandung karbon, karbonat lanauan, batuan tersilisifikasi yang berbutir halus dan jasperoid, zona oksidasi batuan di atas batuan yang tidak teroksidasi, dan batuan yang mengalami argilisasi. Pada Carlin, tubuh bijih yang berumur tersier akhir terbentuk sebagai hasil penggantian kalsit dan dolomit pada unit batuan dolomit tidak murni yang termasuk anggota Formasi Roberts Mountains atas

( $\pm 250$  m teratas) yang berumur Silur – Devon. Unit batuan karbonat mengalami silifikasi oleh fluida.

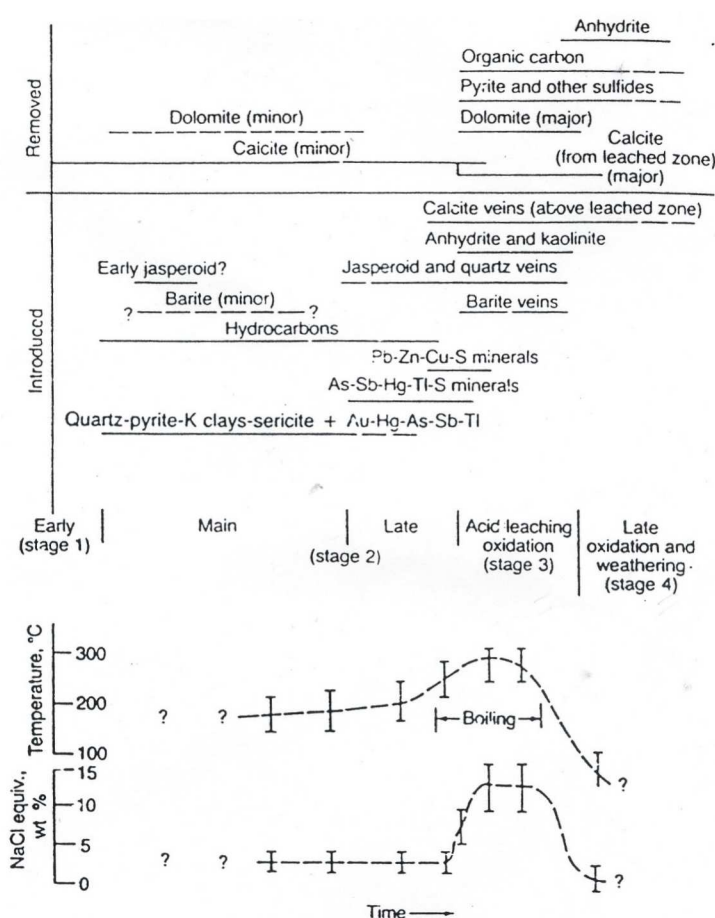
Mineralisasi tingkat pertama terjadi pada temperatur 175 – 200 °C. Pada tingkat ini, kadar kegaraman masih setara dengan 2 hingga 4% setara NaCl dan menghadirkan antara lain: Si, Al, K, Ba, Fe, Au, Tl, Hg, S, As, Sb dan bahan organik. Sedangkan beberapa mineral seperti kuarsa, pirit dan serisit juga ikut terendapkan, dengan ukuran butiran emas yang sangat halus 5 – 30  $\mu\text{m}$ , partikel berukuran mikro ini hanya dapat di kenali dengan mikroskop electron, SEM. Mineral-mineral dan bijih emas tersebut terbentuk pada zona dimana fluida naik yang di perkirakan berasal dari stok yang dangkal sepanjang patahan dan sepanjang sistem dike yang berumur lebih tua memancar keluar melalui batugamping Formasi Roberts Mountains yang berada di bawah batugamping Formasi Popovich yang berumur Devon. Pada zona ini, setelah emas terendapkan, mineral logam dasar minor akan terendapkan kemudian.

Temperatur fluida naik tersebut bisa mencapai 275 – 300 °C hingga akhir dari proses mineralisasi. Kemudian dilanjutkan dengan proses *boiling*, yang akan menguapkan zat-zat volatil seperti H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S dan di sisi lain meningkatkan kadar kegaraman zat nonvolatil yang ada hingga mencapai setara dengan 10 hingga 15% NaCl. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada level yang lebih tinggi. Asam sulfur pada tingkat tiga ini menghasilkan pencucian asam yang intensif dan oksidasi pada bijih dan batuan yang berada dekat di permukaan. Kalsit dan dolomit yang ada mulai habis, sulfida dan campuran organik teroksidasi, kaolinit dan anhidrit mulai terbentuk, sedangkan silika pada tahap ini mulai terbuang dan berkurang (Gambar 4.2). Setelah melalui tahap ini, tingkat temperatur dan kadar kegaraman mulai menurun dengan drastis yang menandakan proses hidrotermal berakhir dan oksidasi supergen akhir berlangsung dengan baik pada zona pencucian-alterasi pada titik yang dangkal, yang berpengaruh kepada hasil oksidasi yang terjadi sebelumnya.

Oksidasi akibat peningkatan kadar asam sulfur yang juga berlangsung pada zona yang sama, yaitu zona pencucian alterasi. Pengaruh lain juga terjadi pada tubuh bijih yang dihasilkan di zona bijih utama yang lebih dalam. Zona ini meliputi bijih yang tidak teroksidasi yang lebih dalam dan bijih yang teroksidasi pada bagian yang lebih dangkal. Isotop oksigen dan hidrogen mengindikasikan bahwa yang paling berperan dalam hipogen dan supergen adalah air meteorik yang memiliki rasio <sup>34/32</sup>S yang tinggi serupa dengan yang dijumpai pada sedimen Ordovisian. Pada sistem ini, sumber logam tidak diketahui dengan pasti. Berdasarkan kesamaannya dengan unsur-unsur dari suatu sistem epitermal, menyebabkan diperkirakan adanya pengaruh dari stok yang dangkal. Namun Radtke *et al.* (1980, dalam Berger & Bonham, 1990), berpendapat bahwa model kimiawi yang melibatkan pencucian logam dari perbatasan batuan karbonat dan bagian yang terletak lebih dalam.

## 5. KESIMPULAN

Endapan emas tipe Carlin adalah salah satu tipe endapan yang banyak dieksplorasi di Nevada, Amerika Serikat. Tipe emas pada endapan ini berbentuk sebagai butiran berukuran mikro yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang—atau dikenal sebagai *nosseum gold*—yang dijumpai sebagai mineral penyerta dalam batugamping atau batulanau yang bersifat gampingan. Mineral golongan sulfida yang paling umum dijumpai pada endapan ini adalah pirit. Pirit umumnya hadir bersama-sama markasit, arsenik, antimon dan sulfida merkuri. Asosiasi geokimia endapan ini antara lain As, Sb, Tl, Ba, W, dan Hg. Bijih



GAMBAR 4.2. Paragenesa mineral pada endapan tipe Carlin ( )

pada endapan ini umumnya mengandung 8 ppm Au, 25 ppm Hg, 100 ppm Sb, 400 ppm As, dan 10 – 15 ppm Tl. Batuan karbonat sebagai batuan pembawa mengandung karbon sebesar 0.5 % berat. Eksplorasi tubuh bijih endapan ini selalu melibatkan pengambilan contoh jasperoid, yaitu tipe alterasi yang terbentuk sebagai hasil silifikasi yang intensif dari sedimen laut.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Tulisan ini merupakan ringkasan dari Referat yang telah penulis susun. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Perpustakaan Jurusan Teknik Geologi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan studi pustaka dan Bapak Dr. I Wayan Warmada yang telah bersedia menjadi pembimbing referat dan menyunting naskah ini.

#### DAFTAR ACUAN

- [1] Arehart, G.B., 2002. The link between bedded barite and Carlin type gold deposits in Nevada. Denver Annual Meeting.
- [2] Bagby, W.C. & Berger, B.R., 1986. Geologic characteristics of sediment-hosted, disseminated precious metal deposits in The Western United States. In: B.R. Berger & P.M. Bethke (Eds), Geology and geochemistry of epithermal systems. Review in Economic Geology, 2: 169-202.

- [3] Berger, B.R. & Bonham, H.F., Jr., 1990. Epithermal gold-silver deposits in The Western United States: Times space products of evolving plutonic, volcanic and tectonic environments. In: J.W. Hedenquist, N.C. White & G. Siddeley (Eds), Epithermal gold mineralization of the Circum Pacific: Geology, geochemistry, origin and exploration II. *Journal Geochemical Exploration* 36: 103-142.
- [4] Berger, V.I. & Theodore, T.G., 2005. Implications of stratabound Carlin type gold deposits in Paleozoic rocks of North-Central Nevada: Slide Presentation. USGS open file report.
- [5] Einaudi, M.T., 1995. Topics in porphyry copper-gold and related deposits. In: Workshop and Field Visits Conducted for Western Pacific Exploration Group. Newmont, Stanford University.
- [6] Ferdock, G.C., 2002. Mineralogy of Carlin type deposits in The Great Basin, Nevada and Utah. United States of America. Denver annual Meeting.
- [7] Haynes, S., 2003. Depth of formation of Carlin type Au deposits N. E. Nevada. <http://www.mdru.ubc.ca/rp/carlin/carlin.html>
- [8] Hofstra, A. H. & Cline, J. S., 2000. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits. *Review in Economic Geology* 13: 163-220.
- [9] Nelson, C.E., 1990. Comparative geochemistry of jasperoids from Carlin type gold deposits of The Western United States. In: J.W. Hedenquist, N.C. White and G. Siddeley (Editors), Epithermal gold mineralization of The Circum Pacific: Geology, geochemistry, origin and exploration, II. *Journal of Geochemical Exploration* 36: 171-195.
- [10] Peters, S.G. & Zhiping, L., 2001. Comparative geology and geochemistry of sedimentary-rock-hosted (Carlin type) gold deposits in the People's Republic of China and in Nevada, USA. U.S. Geological Survey Open-File Report 98-466.
- [11] Anonim, 1997. GGL Diamond Corp. <http://www.ggldiamond.com/gold-happy.cfm>
- [12] Anonim, 2004. Projects big springs. Gateway Gold Corp. <http://www.gatewaygold.com/>
- [13] Anonim, 2005. Solid earth sciences and society. The National Press Academy. <http://books.nap.edu/openbook/0309047390/html/160.html>