

**KAJIAN POTENSI TAMBANG DALAM PADA KAWASAN HUTAN LINDUNG  
DI TAPADAA, KABUPATEN BONE BOLANGO, PROVINSI GORONTALO**

**Nixon Juliawan, ST, Ir. Sabtando JS.**

**Kelompok Program Penelitian Konservasi**

S A R I

Kajian potensi tambang terhadap potensi bahan galian yang terdapat di hutan lindung diperlukan agar keterdapatannya potensi bahan galian pada kawasan hutan lindung dapat diusahakan secara lebih optimal dengan sistem tambang dalam.

Di daerah Tapadaa terdapat beberapa daerah prospek bahan galian, yakni Mopuya, Mamungaa, Moota, Cabang Kiri dan Motomboto. Tipe mineralisasi di Mopuya dan Mamungaa adalah *epithermal low sulphidation*. Terdapat 5 zonasi urat kuarsa di prospek Mopuya, yakni urat Kiri, urat Umum, urat Tenggorak, urat Beringin dan urat Mundur. Estimasi jumlah sumber daya tereka di prospek Mopuya adalah 321.445 ton bijih dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au dan 6.84 ppm Ag. Di prospek Mamungaa terdapat 3 zonasi urat kuarsa, yakni urat Mamungaa Kiki 1, urat Mamungaa Kiki 2 dan urat Mamungaa Daa. Estimasi jumlah sumber daya tereka di prospek Mamungaa adalah sebesar 190.005 ton bijih dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au dan 19.8 ppm Ag.

Adanya kegiatan PETI di daerah prospek Mopuya dan Mamungaa sejak tahun 1990, mengakibatkan berkurangnya jumlah sumber daya. Pengamatan lapangan mengasumsikan bahwa PETI di prospek Mopuya telah mengambil sekitar 50% dan di prospek Mamungaa sekitar 10%. Sehingga estimasi jumlah sumber daya tereka yang tersisa di prospek Mopuya adalah sebesar 160.722,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au dan 6.84 ppm Ag, sedangkan jumlah sumber daya tereka yang tersisa di prospek Mamungaa adalah sebesar 171.004,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au dan 19.8 ppm Ag. Dengan bentuk cebakan yang berupa urat dan memperhatikan aspek lingkungan maka sistem penambangan yang layak di kedua prospek tersebut adalah sistem tambang dalam.

Di daerah Mamungaa Kiki terdapat batuan termineralisasi membentuk morfologi bukit berketinggian 200 m dengan luas sekitar 2 ha. Diinterpretasikan tipe mineralisasi di Mamungaa Kiki adalah *epithermal low sulphidation* dengan estimasi jumlah sumber daya tereka sebesar 10.600.000 ton bijih @ 2,536 ppm Au dan 2,3 ppm Ag. Dengan memperhatikan bentuk cebakan dan kualitas endapan, maka sistem penambangan yang layak untuk prospek Mamungaa Kiki adalah sistem tambang terbuka.

Tipe mineralisasi di Moota adalah *epithermal low sulphidation*. Sebaran batuan termineralisasi di prospek ini yang cukup luas tetapi hanya berkadar 0.118 ppm Au dan 1 ppm Ag, sehingga saat ini prospek Moota belum layak untuk diusahakan.

Tipe mineralisasi di prospek Cabang Kiri adalah tipe porfiri sedangkan di prospek Motomboto adalah *epithermal high sulphidation*. Di kedua prospek tersebut meskipun sebaran batuan termineralisasinya cukup luas tetapi berkadar rendah, sehingga sistem pertambangan yang layak di kedua prospek tersebut adalah sistem tambang terbuka.

## LATAR BELAKANG

Pasal 38 ayat 4 UU No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan menyebutkan bahwa di kawasan hutan lindung tidak diperkenankan adanya kegiatan pertambangan dengan sistem tambang terbuka. Untuk itu dilakukan kajian tambang dalam terhadap potensi bahan galian untuk kemungkinannya dapat ditambang dengan sistem tambang dalam.

### MAKSUD DAN TUJUAN

Kegiatan ini dimaksudkan untuk melakukan kajian potensi tambang dalam pada wilayah hutan lindung di Tapadaa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, dan bertujuan agar potensi bahan galian pada kawasan hutan lindung dapat dimanfaatkan secara optimal, dengan cara sistem tambang dalam, sehingga tidak melanggar UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan.

### LOKASI KEGIATAN

Daerah kegiatan terletak di antara 123°16'0" - 123°23'0" Bujur Timur dan 0°18'0" - 0°27'0" Lintang Utara. Secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Bone Raya dan Bone Pantai, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo.

### WAKTU DAN PELASANA KEGIATAN

Kegiatan ini dilakukan oleh 6 orang petugas Pusat Sumber Daya Geologi dengan masa kerja lapangan selama 45 hari.

### MORFOLOGI, IKLIM DAN PENDUDUK

Morfologi daerah kegiatan berupa perbukitan curam dengan kemiringan lereng 40° hingga 70°, sebagian besar merupakan wilayah Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. Daerah kegiatan beriklim tropis, musim penghujan umumnya pada bulan Februari - Juli, dan musim kemarau pada bulan Agustus - Januari. Curah hujan rata-rata 129 mm/bulan dengan suhu rata-rata 26,5°C.

Penduduk di daerah kegiatan umumnya bekerja sebagai nelayan, petani, pedagang, pegawai pemerintah daerah dan sebagian bekerja sebagai penambang emas tanpa izin.

## PENYELIDIK TERDAHULU

Kegiatan eksplorasi di daerah kegiatan telah dilakukan sejak tahun 1970 yang dilakukan oleh PT. Tropic Endeavour Indonesia. Pada tahun 1973 PT. Kennecott Exploration melakukan pemboran di daerah Cabang Kiri, selanjutnya pada tahun 1980 PT. Utah International Inc. melakukan pemboran di Cabang Kiri dan Sungai Mak. PT. BHP Minerals pada tahun 1984 melakukan eksplorasi di daerah Motomboto

### METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada kegiatan ini adalah pengumpulan data sekunder, data primer, analisis laboratorium serta pengolahan data dan pelaporan. Data sekunder diperoleh dari hasil kegiatan eksplorasi dan studi kelayakan para pelaku usaha pertambangan, yakni: PT. Tropic Endeavour Indonesia, PT. Kennecott Exploration, PT. Utah International Inc dan PT. BHP Minerals.

Data primer didapatkan dengan melakukan pemetaan geologi, pemetaan batuan pembawa mineralisasi, pengamatan bentuk dan tipe cebakan bahan galian, pengukuran potensi sumber daya dan cadangan serta pemercontaan batuan termineralisasi.

Analisis conto hasil kegiatan dilakukan di laboratorium kimia dan fisika mineral Pusat Sumber Daya Geologi dengan unsur yang dianalisis adalah emas, perak, tembaga, timbal, seng, arsen, merkuri, stibnite dan molibdenum.

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan kompilasi data sekunder dan data primer yang selanjutnya dilakukan sintesis dan dituangkan dalam bentuk laporan akhir

### KONDISI GEOLOGI

Batuan penyusun daerah Tapadaa, Kabupaten Bone Bolango terdiri dari satuan batuan gunungapi Bilungala yang berumur Miosen Akhir - Pliosen Awal, satuan batuan gunungapi Motomboto berumur Pliosen Akhir dan satuan batuan gunungapi Pinogu yang berumur Pleistosen. Di bagian atas satuan batuan tersebut terendapkan batugamping Hulapa (gambar 1).

Batuan gunungapi Bilungala didominasi batuan gunungapi berkomposisi asam dan basa dengan sisipan tipis batuan sedimen, terdapat tiga anggota batuan gunungapi Bilungala yakni Anggota Bawah, Anggota Tengah dan Anggota Atas. Anggota Bawah tersingkap di bagian utara daerah kegiatan, terdiri dari lapisan tebal dan masif batuan basalt toleitik bawah laut, basalt spilitik, andesit basaltik, aliran andesit, aliran breksi vulkanik dengan perselingan lapisan batuan gunungapi klastik. Anggota Tengah tersingkap di bagian tengah daerah kegiatan, dengan karakteristik perulangan aliran breksi andesit dan tuf dengan lapisan dasitik, riodasitik dan riolitik. Di beberapa tempat batuan gunungapi felsik berselingan dengan greywacke, konglomerat, rijang tufaan dan batugamping. Anggota Atas tersingkap di bagian selatan daerah kegiatan, terdiri dari batuan gunungapi andesitik fragmental dengan sisipan tipis batuan gunungapi klastik dan aliran lava. Satuan ini umumnya berkomposisi tuf lapilli, breksi piroklastik dengan fragmen batuan piroklastik.

Batuan Gunungapi Motomboto menutupi secara tidak selaras batuan gunungapi Bilungala. Batuan ini umumnya berkomposisi asam hingga menengah, tersingkap di bagian utara dan tengah daerah kegiatan, termasuk diantaranya aliran lava dan batuan piroklastik dengan sisipan lapisan batuan gunungapi klastik. Batuan gunungapi Motomboto juga meliputi perlapisan tebal dan masif batuan dasitik, dengan komposisi dari andesitik hingga riolitik.

Batuan Gunungapi Pinogu menutupi secara tidak selaras batuan gunungapi Motomboto. Batuan ini merupakan batuan gunungapi – sedimenter, tersingkap di bagian utara dan selatan daerah kegiatan. Batuan gunungapi Pinogu berkomposisi andesit basaltik – riolitik dan aliran breksi gunungapi serta breksi piroklastik yang massif dan tebal serta endapan breksi laharik umum dijumpai pada satuan batuan ini. Pada bagian utara daerah kegiatan, umum dijumpai perlapisan tebal endapan sedimen fasies alluvial, fluvial dan lakustrin yang berukuran butir pasir hingga kerikilan.

Batuan terobosan di daerah kegiatan, yaitu batuan terobosan porfiri berkomposisi

andesitik - dasitik dan batuan terobosan berkomposisi granodioritik – dioritik yang berbutir kasar. Batuan terobosan umumnya berupa stock dan dike yang dikontrol struktur regional yang berarah utara yang berumur Pliosen Akhir.

Di daerah kegiatan terdapat 3 tipe mineralisasi, yakni tipe *porphyry* Cu – Au yang terdapat di Sungai Mak, punggung Kayubulan, Cabang Kanan dan Cabang Kiri; mineralisasi *epitermal high sulphidation* Cu – Au – Ag yang terdapat di Motomboto dan mineralisasi *epithermal low sulphidation* Au – Ag yang terdapat di Mopuya, Moota.

### PROSPEK MOPUYA

Daerah Mopuya tersusun oleh batuan gunungapi berkomposisi andesitik – dioritik yang masif dan tebal yang dapat dikorelasikan sebagai satuan batuan gunungapi Bilungala, di atasnya terendapkan satuan batuan gunungapi yang berkomposisi andesit basaltik – riolitik yang masif dan tebal yang dapat dikorelasikan sebagai satuan batuan gunungapi Pinogu, dan endapan alluvial pantai yang terletak di pesisir pantai selatan.

Mineralisasi terdapat pada urat kuarsa yang memotong batuan gunungapi, berarah timur laut dan barat laut dengan kemiringan urat berkisar 70° hingga 90°, mengisi rekahan yang terbentuk akibat struktur sesar yang berarah relatif utara – selatan. Ukuran zona urat antara 0,3 m hingga 0,5 m dengan ukuran individu urat berkisar 5 cm hingga 20 cm. Hasil korelasi menunjukkan adanya 5 zonasi urat kuarsa, yakni urat Kiri dengan lebar 0,4 m dan panjang 420 m; urat Umum dengan lebar 0,5 m dan panjang 680 m; urat Tengkorak dengan lebar urat 0,5 m dan panjang 380 m; urat Beringin dengan lebar 0,4 m dan panjang 875 m; urat Mundur dengan lebar 0,3 m dan panjang 550 m

Tekstur urat kuarsa yang berkembang banded, coliform, crustiform, *sugary*, *open vug* dengan pertumbuhan kristal kuarsa halus – sedang, silika berbentuk kristal dan di beberapa tempat berbentuk amorf, kalsedon jarang hadir, pirit berukuran halus 5 – 10 % terbentuk pada sisi-sisi urat dan di beberapa tempat hadir oksida mangan. Ubahan yang terbentuk hanya

disekitar urat, umumnya argilik dan silifikasi, dengan lebar ubahan berkisar 1 - 2 m.

Hasil analisis kimia menunjukkan urat Kiri berkadar 5,491 ppm Au dan 2 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 44.520 ton bijih @ 5,491 ppm Au dan 2 ppm Ag. Urat Umum berkadar 8,149 ppm Au dan 5 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 90.100 ton bijih @ 8,149 ppm Au dan 5 ppm Ag. Urat Tengkorak berkadar 25,04 ppm Au dan 14,4 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 50.350 ton bijih @ 25,04 ppm Au dan 14,4 ppm Ag. Urat Beringin berkadar 31,588 ppm Au dan 7,3 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 92.750 ton bijih @ 31,588 ppm Au dan 7,3 ppm Ag. Urat Mundur berkadar 77,243 ppm Au dan 5,5 ppm Ag dengan estimasi jumlah sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 43.725 ton bijih @ 77,243 ppm Au dan 5,5 ppm Ag.

Dari bentuk cebakan yang berupa urat dan tekstur urat yang berkembang serta asosiasi mineral dan ubahan yang terbentuk, maka dapat diinterpretasikan posisi prospek Mopuya pada model sistem epithermal *low sulphidation* seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.

### PROSPEK MAMUNGAA

Mineralisasi di prospek Mamungaa terdapat pada urat kuarsa yang memotong batuan gunungapi, berarah timur laut dan barat laut dengan kemiringan berkisar 60° hingga 90°. Ukuran zona urat bervariasi antara 0.1 m hingga 0.5 m dengan ukuran individu urat berkisar 5 cm hingga 50 cm. Hasil korelasi menunjukkan adanya 3 zonasi urat kuarsa, yakni urat Mamungaa Kiki 1 dengan lebar 0.5 m dan panjang 1100 m; urat Mamungaa Kiki 2 dengan lebar 0.3 m dan panjang 510 m; urat Mamungaa Daa dengan lebar 0.1 m dan panjang 140 m.

Tekstur urat kuarsa yang berkembang banded, coliform, crustiform, *open vug* dengan pertumbuhan kristal kuarsa halus, silika berbentuk amorf, kalsedon jarang hadir, dibebepa tempat urat terbreksikan

mengandung *veinlet-veinlet*, pirit berukuran halus 5 – 15 %, hadir oksida mangan dan oksida besi. Ubahan hanya terbentuk disekitar urat umumnya argilik dengan mineral ubahan montmorilonit, dan silifikasi dengan lebar sekitar >6 m.

Di prospek Mamungaa Kiki dijumpai zona batuan gunungapi tersilifikasi kuat, mengandung jaring-jaring urat kuarsa (*stockwork*), open vug tidak teratur, coliform, crustiform, ubahan silifikasi dan argilik dengan mineral terubah illit, jarosit, montmorilonit dan haloysit. Singkapan zona batuan gunungapi tersilifikasi kuat ini membentuk morfologi bukit berketinggian 200 m seluas 2 ha.

Hasil analisis kimia menunjukkan urat Mamungaa Kiki 1 berkadar 18,385 ppm Au dan 5,4 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 145.750 ton bijih @ 18,385 ppm Au dan 5,4 ppm Ag. Urat Mamungaa Kiki 2 berkadar 2,914 ppm Au dan 24 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 40.545 ton bijih @ 2,914 ppm Au dan 24 ppm Ag. Urat Mamungaa Daa berkadar 10.671 ppm Au dan 30 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka urat Mamungaa Daa sampai kedalaman 100 m adalah sebesar 3.710 ton bijih @ 10.671 ppm Au dan 30 ppm Ag. Zona batuan gunungapi tersilifikasi berkadar 2,536 ppm Au dan 2,3 ppm Ag dengan estimasi sumber daya tereka adalah sebesar 10.600.000 ton bijih @ 2,536 ppm Au dan 2,3 ppm Ag.

Dari bentuk cebakan berupa urat dan terdapatnya zona silifikasi dengan jaring-jaring urat kuarsa, tekstur urat kuarsa yang berkembang dan asosiasi mineral serta ubahan yang terbentuk, maka dapat diinterpretasikan posisi prospek Mamungaa pada model endapan tipe epithermal *low sulphidation* seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.

Zonasi urat kuarsa di prospek Mopuya dan Mamungaa dapat dilihat pada gambar 4.

### PROSPEK MOOTA

Mineralisasi di prospek Moota terdapat pada batugamping tersilifikasi dengan penyebaran setempat atau berbentuk melensa pada daerah yang cukup luas. Kalsit pada batugamping telah tergantikan (*replacement*) oleh silika, silika berbentuk amorf – kalsedon, kehadiran pirit 10 %, tekstur yang berkembang lattice bladed, di beberapa tempat dijumpai ubahan argilik dan terdapat jejak foram yang telah tergantikan oleh silika. Hasil analisis kimia menunjukkan batugamping tersilifikasi berkadar 0.118 ppm Au dan 1 ppm Ag.

Dengan ditemukannya tekstur *replacement*, tekstur lattice bladed dan ubahan argilik, maka dapat diinterpretasikan posisi prospek Moota pada model sistem epithermal tipe Carlin/jasperoid seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.

#### PROSPEK CABANG KIRI

Cabang Kiri terletak di dalam kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, tersusun oleh batuan andesit - riolit dengan sisipan batuan sedimen yang dapat dikorelasikan sebagai anggota tengah batuan gunungapi Bilungala, dan batuan terobosan yang berkomposisi diorit – diorit kuarsa.

Mineralisasi terbentuk pada batuan terobosan diorit kuarsa dengan kehadiran pirit berukuran halus 5 % yang tersebar (*disseminated*), kalkopirit dan bornit sangat jarang hadir. Ubahan yang dijumpai *advance* argilik, propilitik dan silifikasi dengan mineral ubahan adalah haloysit dan muscovite yang mengindikasikan terbentuk pada temperatur yang relatif tinggi, teramati stinger-stinger pada batuan tersilifikasi dengan kandungan silika yang sangat melimpah (zona filik?). Hasil analisis kimia menunjukkan batuan tersilifikasi (zona filik?) ber kadar 0,661 ppm Au dan 235 ppm Cu.

Dengan asosiasi mineral dan ubahan yang terbentuk, maka dapat diinterpretasikan prospek Cabang Kiri adalah tipe porfiri (gambar 5).

#### PROSPEK MOTOMBOTO

Motomboto terletak di dalam kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, tersusun oleh batuan berkomposisi asam hingga menengah yang bertekstur masif dan tebal dan batuan terobosan yang berkomposisi andesitik – dasitik.

Mineralisasi terbentuk pada batuan tersilifikasi adalah pirit halus yang tersebar (*disseminated*), enargit, klorit, malakit, kalkosit, dijumpai oksida mangan, oksida besi. Ubahan yang terbentuk adalah argilik dengan mineral ubahan kaolin dan ilit serta muskovit.

Tekstur urat kuarsa yang berkembang adalah vuggy silika yang mencapai 40 % dari volume batuan, tekstur ini berkembang karena mineral-mineral ferromagnesian dan plagioklas telah terlarut, vuggy silika memiliki ukuran hingga 0,5 cm.

Hasil analisis menunjukkan batuan tersilifikasi dan termineralisasi di prospek Motomboto berkadar 6,295 ppm Au dan 7954 ppm Cu.

Dengan asosiasi mineral dan berkembangnya tekstur vuggy silika pada batuan tersilifikasi maka dapat diinterpretasikan tipe mineralisasi di prospek Motomboto adalah epithermal *high sulphidation* (gambar 6).

#### ASPEK GEOLOGI DAN PERTAMBANGAN

Dalam pengusahaan bahan galian terdapat empat kriteria pemilihan metode penambangan yakni karakteristik endapan, lingkungan, keselamatan kerja dan biaya. Karakteristik endapan berkaitan dengan proses geologi pembentukan bahan galian, sehingga bahan galian dapat terletak di atau dekat permukaan dan dapat pula berada jauh di bawah permukaan. Selain letak keterdapatan bahan galian, proses geologi juga sangat mempengaruhi tipe mineralisasi yang terbentuk pada suatu cebakan bahan galian.

Kriteria lingkungan berkaitan dengan lingkungan sekitar daerah prospek keterdapatan bahan galian. Prospek Cabang Kiri dan Motomboto terletak di dalam kawasan Taman Nasional Bonani Nani Wartabone, sedangkan prospek Mopuya Mamungaa dan

Moota terletak di kawasan hutan yang berfungsi sebagai hutan penyangga Taman Nasional Bonani Nani Wartabone.

Kriteria keselamatan kerja berkaitan dengan daya dukung teknis batuan disekitar endapan bahan galian dan stabilitas kemiringan lereng. Mineralisasi di daerah kegiatan terdapat pada batuan terobosan serta batuan gunungapi yang merupakan batuan yang memiliki tekstur masif dan kompak serta memiliki daya dukung teknis yang cukup tinggi.

Kriteria biaya umumnya berkaitan dengan tingkat kelayakan tambang secara ekonomi, teknologi penambangan dan biaya operasi tambang yang berhubungan dengan estimasi harga bahan galian dalam rentang waktu tertentu.

#### **ASPEK HUKUM, SOSIAL DAN BUDAYA**

UU No. 41 tahun 1999 mengamanatkan bahwa wewenang sektor pertambangan berada di Daerah Otonom, kecuali untuk wilayah kontrak karya yang telah diterbitkan sebelum UU Pemerintahan Daerah, maka pengelolaannya dilaksanakan oleh Menteri ESDM berkoordinasi dengan Gubernur dan Bupati atau Walikota setempat sesuai dengan kewenangannya.

Aspek hukum lain yang terkait adalah UU lingkungan hidup terutama yang berkaitan dengan perubahan ekosistem lingkungan, pencemaran lingkungan serta pengelolaan limbah hasil pengolahan. Selain itu perangkat regulasi dan peraturan yang terkait dengan fungsi pemantauan, pengawasan dan pembinaan kegiatan pertambangan dan K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) harus dipersiapkan oleh Pemerintah Daerah.

Pada aspek ekonomi, dengan adanya kegiatan pertambangan tentunya akan mendorong kegiatan ekonomi daerah. Wilayah pertambangan dapat menjadi pusat kegiatan ekonomi dengan penciptaan lapangan kerja baru sehingga dapat menekan tingkat pengangguran.

Kegiatan pertambangan juga akan mempengaruhi kondisi sosial budaya masyarakat setempat. Kegiatan pertambangan umumnya menggunakan teknologi tinggi,

sehingga harus dilakukan oleh tenaga yang memiliki pengetahuan dan ketrampilan yang tinggi. Pada tahap awal kegiatannya, tenaga ahli akan diisi dari luar daerah, tetapi secara bertahap akan digantikan oleh tenaga setempat. Proses transformasi ini tentunya akan mempengaruhi kondisi sosial dan budaya masyarakat setempat.

#### **KELAYAKAN TAMBANG DALAM**

Salah satu tujuan konservasi bahan galian adalah mengoptimalkan pemanfaatan bahan galian, sehingga seluruh potensi yang ada dapat diusahakan secara bijaksana. Daerah Tapadaa yang memiliki beberapa daerah prospek bahan galian dengan tipe mineralisasi yang berbeda, ternyata tidak semuanya layak untuk ditambang dengan sistem tambang dalam.

Mineralisasi di prospek Mopuya terdapat pada urat kuarsa dengan lebar 0,3 – 0,5 m dan panjang 380 – 875 m dan berkadar yang cukup tinggi hingga mencapai 77,243 ppm Au dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au. Sedangkan di prospek Mamungaa mineralisasi terdapat pada urat kuarsa dengan lebar 0,1 – 0,5 m dan panjang 140 – 1100 m serta berkadar tertinggi 18,385 ppm Au dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au. Estimasi jumlah sumber daya tereka di prospek Mopuya adalah 321.445 ton bijih dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au dan 6.84 ppm Ag, sedangkan jumlah sumber daya tereka di prospek Mamungaa adalah sebesar 190.005 ton bijih dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au dan 19.8 ppm Ag.

Adanya kegiatan PETI di daerah prospek Mopuya dan Mamungaa sejak tahun 1990, mengakibatkan berkurangnya jumlah sumber daya. Pengamatan lapangan mengasumsikan bahwa PETI di prospek Mopuya telah mengambil sekitar 50% dan di prospek Mamungaa sekitar 10%. Sehingga estimasi jumlah sumber daya tereka yang tersisa di prospek Mopuya adalah sebesar 160.722,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au dan 6.84 ppm Ag, sedangkan jumlah sumber daya tereka yang tersisa di prospek Mamungaa adalah sebesar 171.004,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au dan 19.8 ppm Ag.

Urut kuarsa di prospek Mopuya dan Mamungaa terdapat pada batuan gunungapi yang bertekstur masif dan tebal yang secara teknis memiliki daya dukung yang tinggi. Sehingga dengan karakteristik endapan, bentuk cebakan dan kedudukan batuan termineralisasi, serta jumlah sumber daya tersisa di kedua prospek tersebut, maka sistem penambangan yang layak untuk prospek Mopuya dan Mamungaa adalah sistem tambang dalam bersekala kecil.

Secara hukum di daerah Mopuya dan Mamungaa sebenarnya dapat diusahakan dengan sistem tambang terbuka karena terletak di luar kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, tetapi apabila memperhatikan letak cebakan yang berdekatan dengan kawasan taman nasional dan juga letak cebakan yang berada dekat dengan pesisir pantai, maka metode penambangan yang layak adalah sistem tambang dalam.

Mineralisasi di prospek Mamungaa Kiki terdapat pada zona batuan gunungapi tersilifikasi kuat dan teroksidasi kuat yang membentuk morfologi bukit berketinggian 200 m dan luas sekitar 2 ha dan memiliki jumlah sumber daya tereka sebesar 10.600.000 ton bijih @ 2,536 ppm Au dan 2,3 ppm Ag. Dengan karakteristik endapan yang demikian serta jumlah sumber daya dan kualitas endapan yang dimilikinya, maka sistem penambangan yang layak untuk prospek Mamungaa Kiki adalah sistem tambang terbuka.

Mineralisasi di prospek Moota, terbentuk pada batugamping tersilifikasi dengan bentuk melensa serta tersebar pada daerah yang cukup luas dan berkadar 0.118 ppm Au dan 1 ppm Ag. Berdasarkan karakter endapan maka saat ini prospek Moota belum layak untuk diusahakan.

Prospek Cabang Kiri yang bertipe mineralisasi porfiri dan prospek Motomboto yang bertipe mineralisasi epithermal *high sulphidation*, meskipun memiliki sebaran mineralisasi yang luas tetapi berkadar rendah. Kadar emas di Cabang Kiri hanya 0.661 ppm Au dan 235 ppm Cu, sedangkan di Motomboto hanya 6,295 ppm Au dan 7954 ppm Cu. Apabila kedua daerah prospek tersebut akan diusahakan, maka sistem penambangan yang

layak digunakan adalah sistem tambang terbuka.

## KESIMPULAN

Daerah Tapadaa memiliki beberapa daerah prospek yakni Mopuya, Mamungaa, Moota, Cabang Kiri dan Motomboto.

Prospek Cabang Kiri bertipe mineralisasi porfiri dan prospek Motomboto bertipe mineralisasi epithermal *high sulphidation*. Sebaran mineralisasi di kedua daerah tersebut cukup luas tetapi berkadar rendah. Kadar emas di Cabang Kiri hanya 0.661 ppm Au dan 235 ppm Cu, sedangkan di Motomboto hanya 6,295 ppm Au dan 7954 ppm Cu, sehingga apabila kedua daerah prospek tersebut akan diusahakan, maka sistem penambangan yang layak digunakan adalah sistem tambang terbuka.

Prospek Moota bertipe mineralisasi epithermal *low sulphidation*. Sebaran batuan termineralisasi membentuk lensa pada daerah yang cukup luas dan berkadar 0.118 ppm Au dan 1 ppm Ag, sehingga saat ini belum layak untuk diusahakan baik dengan sistem tambang terbuka atau sistem tambang dalam.

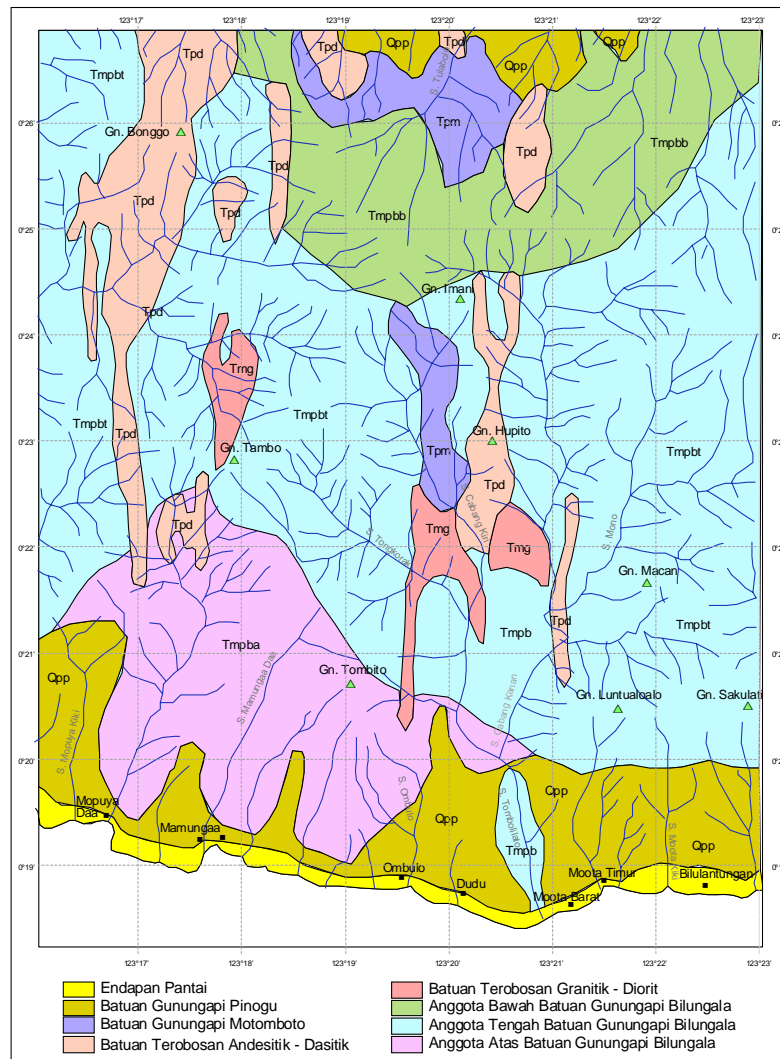
Prospek Mopuya dan Mamungaa bertipe mineralisasi epithermal *low sulphidation*. Estimasi jumlah sumber daya tereka yang tersisa di prospek Mopuya adalah sebesar 160.722,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 29.5 ppm Au dan 6.84 ppm Ag, sedangkan di prospek Mamungaa adalah sebesar 171.004,5 ton bijih dengan kadar rata-rata 10,65 ppm Au dan 19.8 ppm Ag. Dengan karakter endapan dan aspek lingkungan maka sistem penambangan yang layak di kedua prospek tersebut adalah sistem tambang dalam.

Prospek Mamungaa Kiki bertipe mineralisasi epithermal *low sulphidation* dengan estimasi jumlah sumber daya tereka sebesar 10.600.000 ton bijih @ 2,536 ppm Au dan 2,3 ppm Ag. Batuan termineralisasi membentuk morfologi bukit berketinggian 200 m dengan luas sekitar 2 ha, sehingga apabila akan diusahakan maka sistem penambangan yang layak adalah sistem tambang terbuka.

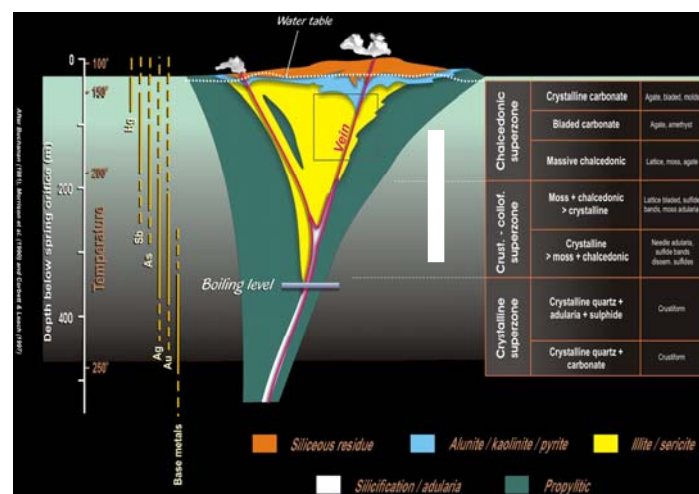
## DAFTAR PUSTAKA

- Carlile, J., 1983, *Geology, Exploration Geochemistry and Mineralization of The Tombolilato District, Sulawesi Utara, Indonesia*, PT. Tropic Endeavour Indonesia, Jakarta.
- Carlile, J., Kirkegaard, G., 1985, *Porphyry Copper – Gold Deposits of The Tombolilato District, North Sulawesi, Indonesia : An Extension of The Philippines Porphyry Copper – Gold Province*. In *Asiatic Mining 85*. Inst. Mining Metallurgi, London, page 351 - 363
- Carlile, J., Digdowirogo, S., and Darius, K., 1990, *Geological Setting Characteristics and Regional Exploration for Gold in The Volcanic Arcs of North Sulawesi, Indonesia*. In : J.W. Hedenquist, N.C. White and G. Siddeley, *Ephitermal Gold Mineralization of The Circum-Pacific : Geology, Geochemistry, Origin and Exploration*. *Journal Geochemistry Exploration*, 35 : 104 – 140.
- Hamilton, W., 1979, *Tectonic of The Indonesian Region*, U.S. Geol. Survey Prof. Paper 1078, 355 pp
- Hedenquist, J.W., 1987, *Mineralization Associated With Volcanic – Related Hydrothermal System in The Circum-Pacific Basin*, Pacific Energy and Mineral Resources Conference, Singapore, 1987.
- Henley, R.W., and Ellis, A.J., 1983, *Geothermal System, Ancient and Modern*, *Earth Science Rev* 19 : 1 – 50.
- Kavaleries, I., van Leeuwen, T.M., and Wilson, M., 1992, *Geological Setting and Styles of Mineralization, North Arm Sulawesi, Indonesia*, *Journal Southeast Asian Earth Science*
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Sterckeinsen, A.L., and Zanettin, B., 1986, *A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on The Total Alkali – Silica Diagram*, *Journal Petrology*, 27 : 745 - 750
- Lowder, G.G., and Dow, J.A., 1977, *Porphyry Copper Mineralization at Tapadaa Prospect, Northern Sulawesi, Indonesia*, *Soc. Min. Eng., Trans.* 262 : 191 – 198.
- Lowder, G.G., and Dow, J.A., 1978, *Geology and Exploration of Porphyry Copper Deposits in North Sulawesi, Indonesia*, *Econ. Geol.* 73 : 628 – 644.
- Perello, J.A., 1993, *Geology, Porphyry Cu-Au, and Epithermal Cu-Au-Ag mineralization of Tombolilato District, North Sulawesi, Indonesia*, In : *Journal of Geochemical Exploration* Vol. 50 (1994), page 221 – 256.
- Sillitoe, R.H., 1979, *Some Thoughts on Gold – Rich Porphyry Copper Deposit*, *Econ Geology* 44 : 161 – 174.
- Sillitoe, R.H., 1983, *Ore Related Breccias in Volcano Plutonic Arc*, *Econ. Geology*, 80 : 1467 – 1514.
- Sillitoe, R.H., 1983, *Comment on Motomboto and Other Gold/Copper Prospects in North Sulawesi, Indonesia*. Internal Report BHP – Utah Pacific Inc, Jakarta.
- Trail, D.S., John, T.V., Bird, M.C., Obial, R.C., Petzel, B.A., Abiong, D.B., Parwoto and Subagio, 1974, *The General Geological Survey of Block 2, Sulawesi Utara, Indonesia*, Internal Report PT. Tropic Endeavour Indonesia, Jakarta.

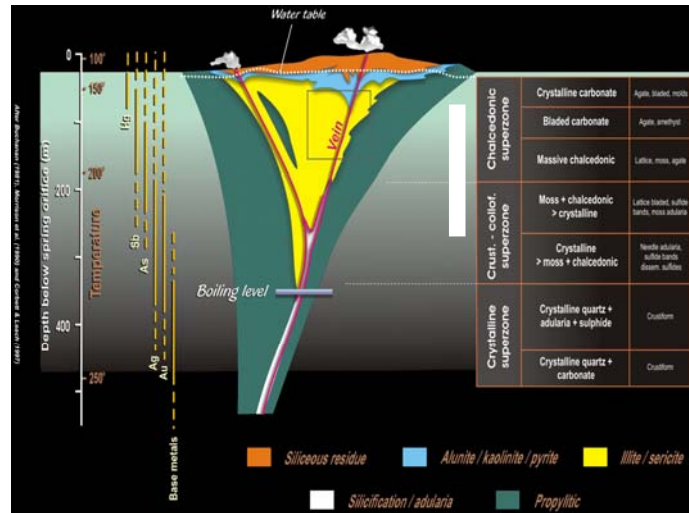




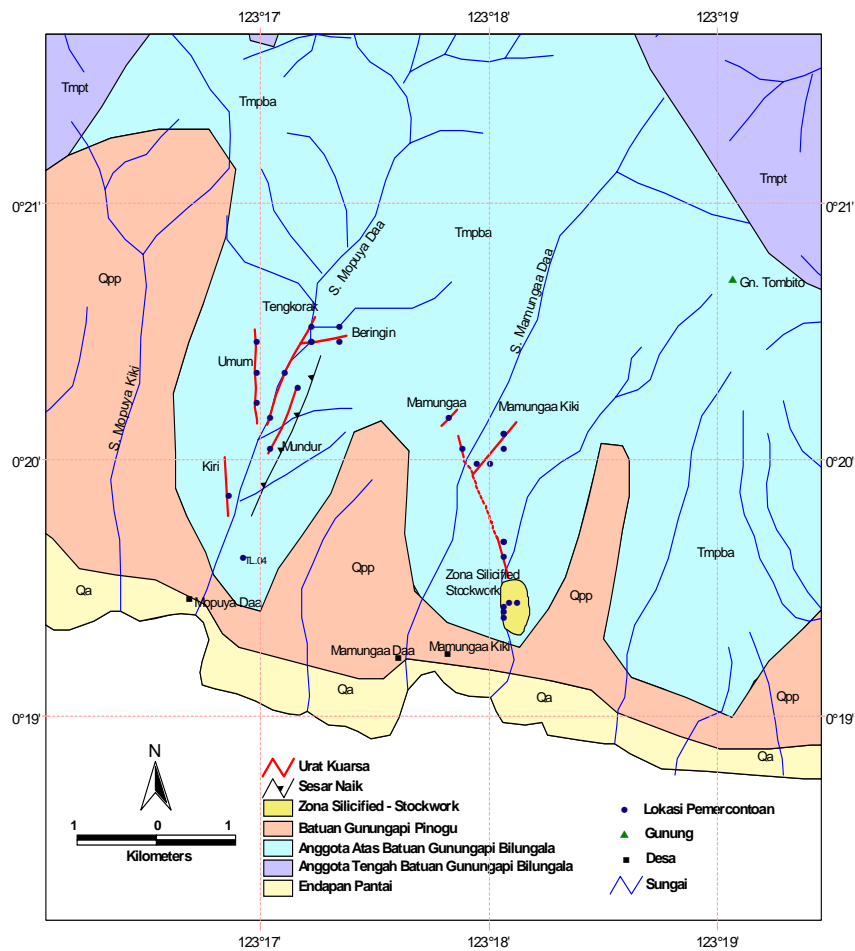
Gambar 1. Peta geologi daerah kegiatan



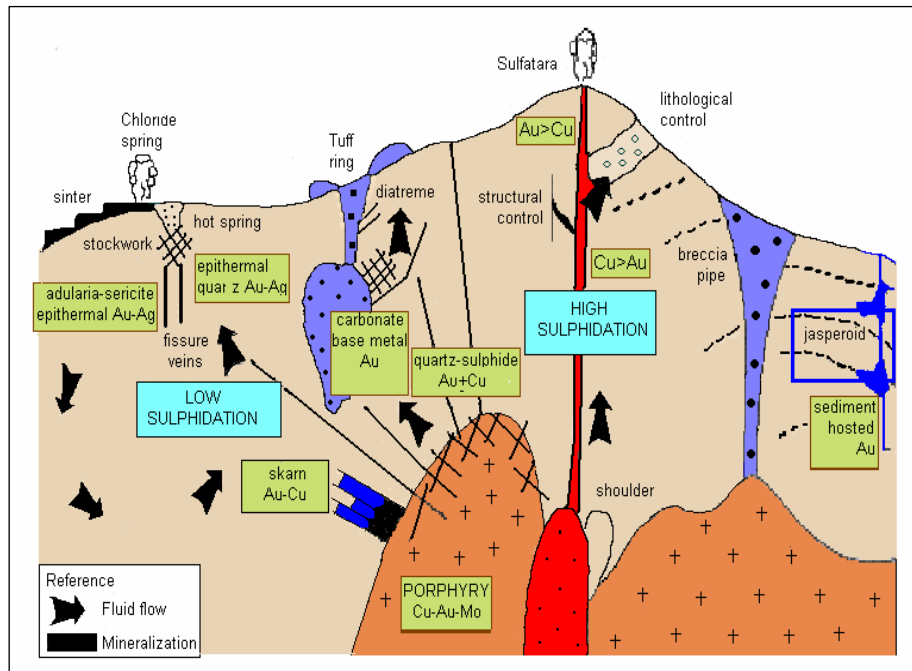
Gambar 2. Posisi prospek Mopuya pada sistem epithermal low sulfidation (Buchanan - Morrison - Corbett & Leach)



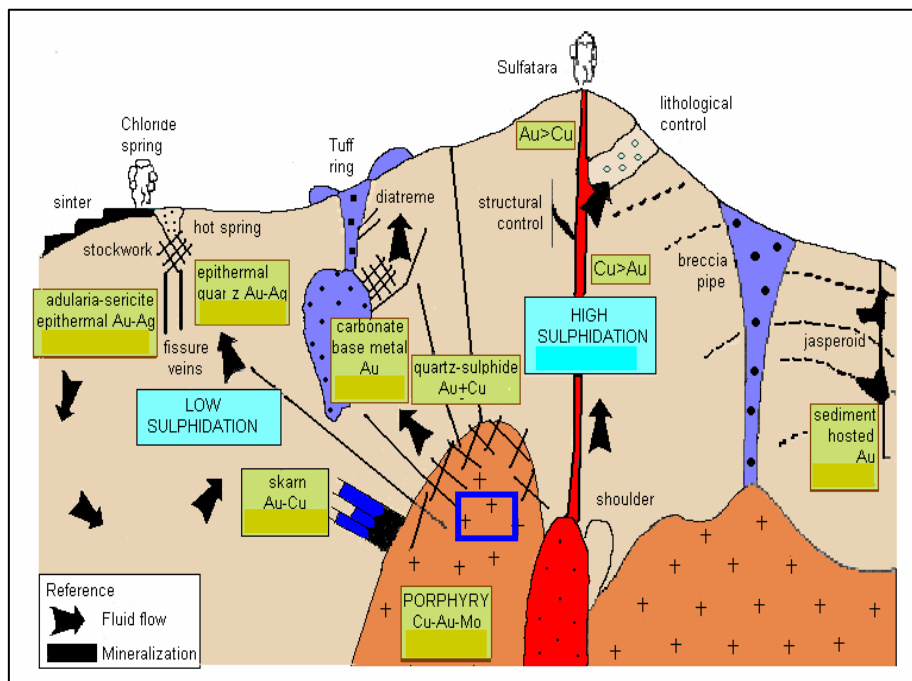
**Gambar 3.** Posisi prospek Mamungaa Kiki pada sistem epithermal low sulphidation (Buchanan - Morrison - Corbett & Leach)



**Gambar 4.** Zonasi Urat Kuarsa di Mopuya dan Mamungaa



**Gambar 5.** Posisi prospek Moota pada sistem mineralisasi (Corbett & Leach)



**Gambar 6.** Posisi prospek Cabang Kiri pada sistem mineralisasi (Corbett & Leach)