



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>

p-ISSN: 1693-4873
e-ISSN: 2541-514X

Volume 16, No.1
April 2018

KONTROL MINERALOGI TERHADAP "PROBLEMATIC ORE" CADANGAN GRASBERG BLOCK CAVE (GBC) TAMBANG BAWAH TANAH FREEPORT INDONESIA DI PAPUA

Aiwoy, F.G, Ildrem Safri, Euis Tintin Yuningsih
Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Grasberg Block Cave is an underground mine passed under an open mine Grasberg Reserve, with the "Cu-Au Porphyry" deposit type, located within the Contract of Work A (COW "A") of PT. Freeport Indonesia, Ertsberg District, Papua. The reserve until late of January 2015 was 1.011 million tonnes with 1% copper (Cu) and gold (Au) 0.77 g / t. Grasberg Block Cave is a porphyry deposit where the highest Cu-Au grade hosted within stock work material in a horse-shoe shape at the margin of barren core Kali diorite. Metallurgy performance reflected in ore type is required by mine engineer to get an optimal metal target. Clean ore type will produce higher metal recovery compared to problematic ore material. Identification of problematic ore at the Block Cave Grasberg underground mine, discussed in the paper, is expected to be useful in the mining process. The problematic ore study on Grasberg Block Cave reserves was conducted to determine the characteristics and controls of mineralogy in this type of ore in order to reduce losses due to reduced acquisition of valuable ore minerals. Methods used were geological mapping and field sampling, XRD analysis for selected samples from drilled core rocks, and geo-metallurgical analyzes performed in the laboratory. Troubled ore types based on Freeport Indonesia's geo-metallurgical standards, as in the Grasberg open pit, are also predicted to be found in the Grasberg Block Cave. This ore is affected by impurity minerals such as mineral sericite-clay > 10%, pyrite > 5%, and mica > 15%. Therefore, geological observation in the field combined with laboratory analysis is essential to find out the problematic ore in the Block Cave Grasberg underground reserve.

Keywords: *Grasberg block cave reserve, mineralogy problematic ore and test geomettallurgy*

ABSTRAK

Grasberg Block Cave adalah tambang bawah tanah yang merupakan kelanjutan dari Cadangan Grasberg yaitu sebuah tambang terbuka yang berada di atasnya. Tambang ini juga termasuk dalam Kontrak Karya A (COW "A") PT. Freeport Indonesia, Distrik Ertsberg, Papua. Besarnya cadangan Grasberg Block Cave tersebut pada akhir Januari 2015 adalah 1.011 milyar ton dengan kandungan tembaga (Cu) 1.% dan emas (Au) 0.77 g/t. Grasberg Block Cave adalah tipe cadangan porphyry yang memiliki kadar Cu-Au tinggi dalam material stockwork dengan bentuk sepatu kuda yang dikelilingi oleh Kali Diorite. Performa uji metalurgi merupakan refleksi dari tipe bijih "ore" yang dibutuhkan oleh insinyur tambang untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk metal target. Tipe bijih yang bersih akan diproduksi lebih untuk mendapatkan perolehan metal yang tinggi jika dibandingkan dengan bijih bermasalah (problematic ore). Identifikasi bijih bermasalah "problematic ore" di tambang bawah tanah Grasberg Block Cave, yang dibahas dalam makalah, diharapkan bisa berguna dalam proses penambangan. Kajian tentang bijih "bermasalah" (problematic ore) pada cadangan Grasberg Block Cave ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kontrol-kontrol mineralogi pada tipe ore ini guna mengurangi kerugian akibat berkurangnya perolehan mineral-mineral bijih berharga. Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi dan sampling di lapangan, analisis XRD untuk sampel terpilih dari batuan inti hasil pemboran, serta analisis geo-metalurgi yang dilakukan di laboratorium. Jenis bijih yang bermasalah berdasarkan standar geo-metalurgi Freeport Indonesia, seperti halnya di tambang terbuka Grasberg, diprediksi juga terdapat di Grasberg Block Cave. Bijih ini dipengaruhi oleh mineral pengotor seperti mineral serisit-lempung > 10%, pirit > 5%, dan mika > 15%. Oleh karena itu, pengamatan geologi di lapangan dikombinasikan dengan analisis laboratorium sangat penting untuk mengetahui bijih bermasalah pada cadangan tambang bawah tanah Grasberg Block Cave.

Kata kunci: Cadangan Grasberg Block Cave, bijih bermasalah dan uji geo-metalurgi

PENDAHULUAN

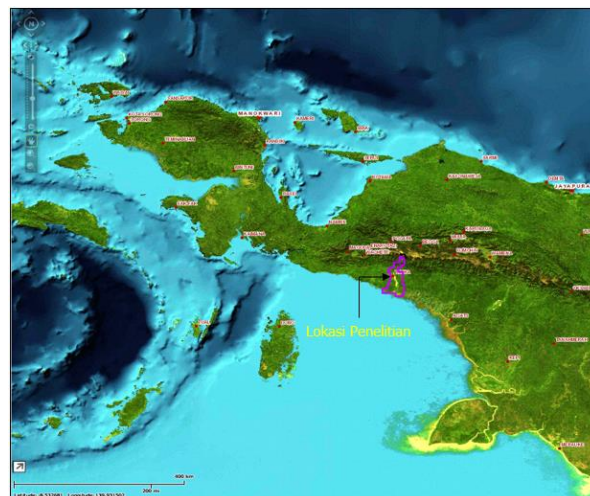
Kompleks tambang milik PT. Freeport-Indonesia di Grasberg, Papua mengandung cadangan tembaga dan emas yang dapat diambil, masing-masing cadangan tersebut adalah terbesar di dunia. Grasberg berada di jantung suatu wilayah mineral yang sangat melimpah. Dalam hal ini kegiatan eksplorasi yang berlanjut membuka peluang untuk terus menambah cadangannya menjadi berusia panjang (<https://ptfi.co.id/id>). Namun demikian, penambangan tembaga, emas dan logam-logam lain yang berasosiasi dengannya tidaklah selalu mudah atau tanpa problem alami di lapangan. Dalam hal ini salahsatu problem tersebut adalah "problematic ore" yaitu kehadiran bijih-bijih yang oleh para penambang dianggap menyulitkan dan tidak berharga.

Secara geologi pada cadangan tambang terbuka Grasberg, tipe problematic ore atau bijih bermasalah adalah material-material yang mengandung: mineral serisit lebih dari 10%, pirit 3-5%, lempung 3-5% dan mengandung Pb-Zn lebih dari 800 ppm. Tipe ore ini berada di batuan breksi vulkanik, "dalam fragmental" dan daerah kontak antara batuan intrusi dan batuan sampling/batugamping. Uji kadar menunjukkan nilai tembaga 0.55%, emas 0.3 gram/ton dengan ekuivalen tembaga 0.75%. Pengambilan contoh batuan telah dilakukan untuk keperluan analisis mineral dengan XRD atau NIR, analisis metalurgi (kekerasan, perolehan tembaga-emas) dan analisis kadar bijih (Setiadi, 2012).

Tambang bawah tanah Grasberg Block Cave (GBC) PT. Freeport Indonesia merupakan salah satu tambang ambrukan

(Cave) dari seri tambang ambrukan Grasberg Porphyry System. Tambang Grasberg Block Cave itu sendiri akan dihubungkan ke tambang terbuka Grasberg. Geologi daerah Grasberg Block Cave (GBC) merupakan daerah yang kompleks berawal dari intrusi berulang yang terdiri dari "Intrusi Dalam" berupa Diorit (Tgdd), Andesit (Tgda) dan Fragmental (Tgdfa) yang diterobos oleh "Intrusi Mine Grasberg" (berupa Diorit Stockwork) dan Diorit (Tsk). Ke tiga intrusi berulang tersebut diapit atau dikelilingi oleh Heavy Sulfide Zone (HSZ) atau zona dengan kandungan mineral sulfida yang tinggi. Kehadiran zona yang kaya akan mineral sulfida, mineral lempung dan mineral sulfur merupakan produk dari proses hidrotermal. Selain mineral yang disebutkan di atas pada daerah ini juga ditemukan unsur-unsur berharga lainnya yang hadir membentuk suatu jenis cebakan mineral. Dengan adanya kehadiran mineral-mineral sulfida dan lempung yang tinggi merupakan masalah khusus seperti telah disebutkan sebelumnya (Tim Penulis PTFI, 2013).

Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan atas pertimbangan karena adanya variasi batuan beku, alterasi dan struktur geologi di Grasberg Block Cave (GBC) yang mengontrol terbentuknya mineralisasi, baik di batuan intrusif maupun di batuan sedimen dengan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi terbentuk atau adanya "problematic ore" pada daerah tersebut. Daerah penelitian ini terletak di tambang bawah tanah Grasberg Block Cave Freeport Indonesia di Timika-Tembagapura, Papua (Gambar 1).

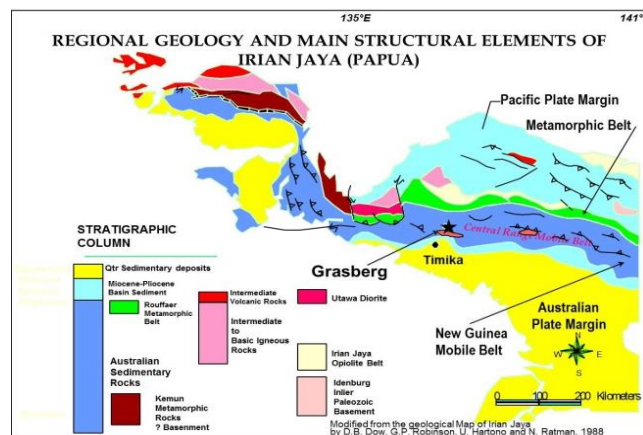


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Mengingat pentingnya pengetahuan tentang faktor-faktor geologi, alterasi-mineralisasi terhadap terbentuknya tipe bijih (ore type) pada cadangan Grasberg Block Cave (GBC) yang mempengaruhi proses pemisahan (metalurgi) dan manajemen pengambilan bijih (ore) pada saat pertambangan, serta perlakuan terhadap bijih bermasalah atau problematic ore, maka tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik dan penyebaran mineral-mineral pengontrol problematic ore pada cadangan Grasberg Block Cave (GBC) Freeport Indonesia.

Pegunungan lipatan yang dijumpai di sepanjang New Guinea bagian tengah (Gambar 2) merupakan Pulau New Guinea (atau dikenal juga dengan New Guinea) berada di bagian timur Indonesia dan bagian utara dari Australia, dan memiliki topografi yang cukup berbeda baik dengan Indonesia bagian tengah dan barat, maupun dengan Australia. Daerah ini dicirikan oleh jalur pegunungan pada bagian tengah pulau, dan membentang dari bagian barat hingga timur dengan beberapa puncak ketinggian mencapai lebih dari 4.000 mdpl.

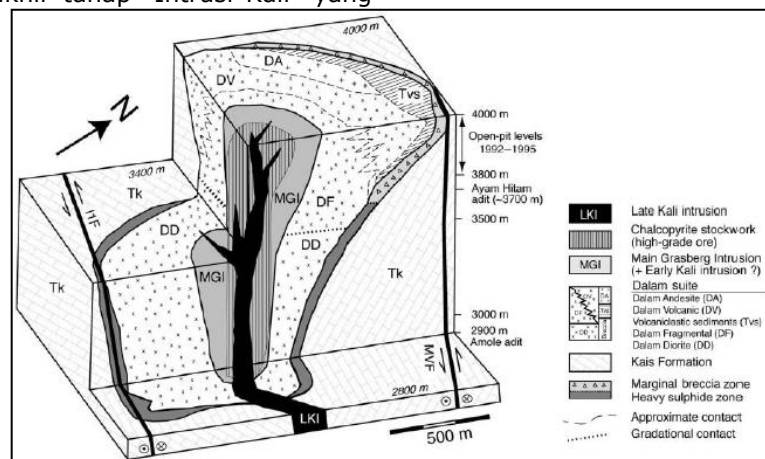
TINJAUAN PUSTAKA



Gambar 2. Geologi Regional Daerah Penelitian (Dow,dkk 2005)

Kompleks Batuan Beku Grasberg memiliki bentuk tubuh intrusi menyerupai corong dengan lebar 500 m pada ketinggian 2500 m, 900 m pada ketinggian 2900 m, dan 2000 m pada ketinggian 4200 m. Pada Kompleks Batuan Beku Grasberg terjadi tiga tahap intrusif yang berbeda (Pennington dan Kavalieris, 1997 dalam Sapiie dan Cloos, 2013), dengan urutan intrusi dari yang paling tua ke muda, yaitu tahap "Intrusi Dalam", tahap "Intrusi Utama" Grasberg, dan yang terakhir tahap "Intrusi Kali" yang

memotong dua intrusi yang telah ada sebelumnya. Berdasarkan pentarikan radiometri unsur Ar/Ar, didapatkan Intrusi Dalam dan Intrusi Utama Grasberg berada pada rentang umur $3,33 \pm 0,12$ Ma hingga $3,19 \pm 0,05$ Ma, sedangkan Intrusi Kali berada pada rentang umur $3,16 \pm 0,06$ Ma hingga $3,06 \pm 0,03$ Ma (Gambar 3, Mac Donald dan Arnold, 1994 dalam Sapiie dan Cloos, 2013).



Gambar 3. Diagram Blok Kompleks Batuan Beku Grasberg (Mac Donald dan Arnold, 1994 dalam Sapiie dan Cloos, 2012)

Alterasi hidrotermal adalah suatu proses sekunder yang menyebabkan perubahan komposisi mineralogi batuan (dalam keadaan padat) karena adanya pengaruh perubahan suhu dan tekanan serta kondisi anisokimia yang terjadi pada batuan ketika berinteraksi dengan larutan hidrotermal. Proses ini akan menghasilkan mineral-mineral sekunder serta dapat membentuk tekstur tertentu. Larutan hidrotermal yang berperan pada proses alterasi ini adalah cairan panas yang berasal dari kulit bumi yang bergerak ke atas dengan membawa komponen-komponen pembentuk mineral sekunder. Larutan hidrotermal pada suatu sistem alterasi dapat berasal dari air magmatik, air meteorik, maupun air connate, atau air yang mengandung mineral yang dihasilkan selama proses metamorfisme. Interaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan yang dilewatinya (batuan sampling) menyebabkan terubahnya mineral-mineral primer menjadi mineral ubahan (mineral alterasi) maupun fluida itu sendiri. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan mineral alterasi pada suatu sistem hidrotermal (Browne, 1991 dalam Corbett dan Leach, 1997), yaitu: kondisi temperatur dan tekanan pada saat reaksi berlangsung, sifat kimia dan konsentrasi larutan hidrotermal, karakter dan komposisi batuan sampling, laju pembentukan mineral alterasi, durasi aktivitas hidrotermal dan Permeabilitas. Temperatur dan sifat kimia fluida merupakan faktor yang paling berpengaruh pada proses alterasi hidrotermal (Corbett dan Leach, 1997).

Tambang terbuka Grasberg mempunyai 5 (lima) tipe bijih (ore) berdasarkan pada nilai perolehan tembaga, kekerasan dan mineral pengotornya. Kelima tipe bijih (ore) tersebut adalah Tipe A, Tipe B+, Tipe B, Tipe C dan Tipe D. Tipe A sampai Tipe C dikategorikan sebagai bijih (ore) bersih atau tidak bermasalah, sedangkan Tipe D disebut sebagai Tipe bijih (ore) bermasalah (problematic ore). Pada periode tahun 2013-2015, dengan produksi rata-rata berkisar 140.000 ton perhari, tipe bijih (ore) bermasalah ini mencapai kurang lebih 24% dari total produksi tersebut. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya perolehan mineral bijih di pabrik pengolahan bijih (mill). Kajian dan analisis tentang tipe bijih (ore) ini sangat diperlukan untuk mengurangi kerugian akibat berkurangnya perolehan mineral-mineral berharga. Secara geologi, tipe bijih bermasalah (problematic ore) adalah material-material yang mengandung: mineral serisit lebih dari 10%, pirit 3-5%, lempung 3-5% dan mengandung Pb-Zn lebih dari 800 ppm. Tipe bijih ini berada di batuan "Breksi Vulkanik", "Dalam

Fragmental" dan daerah kontak antara batuan intrusi dan batuan sampling/batugamping. Uji kadar menunjukkan nilai tembaga 0.55% emas, 0.3 gram/ton dengan ekivalen tembaga 0.75%. Pengambilan contoh batuan dilakukan secara rutin untuk keperluan analisis mineral XRD, analisis metalurgi (kekerasan, perolehan tembaga-emas) dan analisis kadar bijih (Setiadi, 2012).

Berdasarkan petunjuk standard metalurgi PT.Freeport Indonesia yang menentukan tipe bijih berdasarkan flotation test atau uji pengapungan maka bijih-bijih yang ditambang dapat dipisahkan atas tipe ore A, B, C (clean ore) dengan perolehan Cu >82.5% dan Au > 75.08% dan tipe D (problematic ore) dengan perolehan Cu < 53.5% dan perolehan Au<28.36% dengan minimum mineral bermasalah atau problematic dengan komposisi mineral mika tidak lebih dari 15%, tidak lebih dari lempung 8% dan tidak lebih dari pirit 5% dengan standard Mass Yield >12.5%, seperti terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. Standard "Clean Ore (A,B,C) dan Problematic Ore (D)" Freeport Indonesia

Guidance			Guidance	
Flotation Test			XRD (%)	
Ore Type	Cu Rec Model(%)	Au Rec Model (%)	Minimum Problematic	
A	99.5	86.36	Mica	15
B	90.1	82.53	Clay-Sericite	8
C	82.5	75.08	Pyrite	5
D	53.5	28.36	Standard Mass Yield	>12.5%

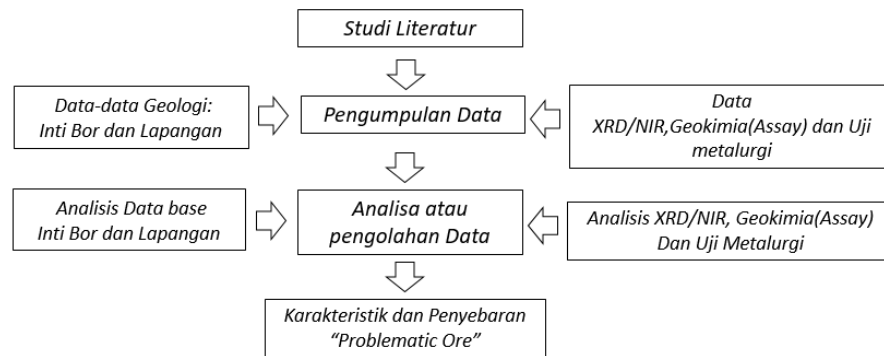
BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur terhadap beberapa laporan hasil penyelidikan terdahulu yang menyangkut dan berhubungan dengan bahasan yang akan dilakukan, yaitu tentang geologi, alterasi dan mineralisasi. Selanjutnya, dilakukan sampling batuan dan pemilihan sampel batuan inti di lapangan untuk diamati secara detil dan diuji di laboratorium.

Analisis mineralogi dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis mineral penyusun batuan intrusif, zona ubahan dan tipe mineralisasinya. Uji metalurgi dan pemisahan unsur dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari batuan-batuan yang mengandung mineral-mineral ekonomis seperti Au, Cu dan Ag yang berasosiasi dengan mineral-mineral lain seperti mineral sulfida dan mineral lempung. Selain itu data sekunder berupa hasil

analisis jenis mineral dan kadarnya melalui metode XRD dan Geokimia juga digunakan.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada bagan alir penelitian (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram alir penelitian

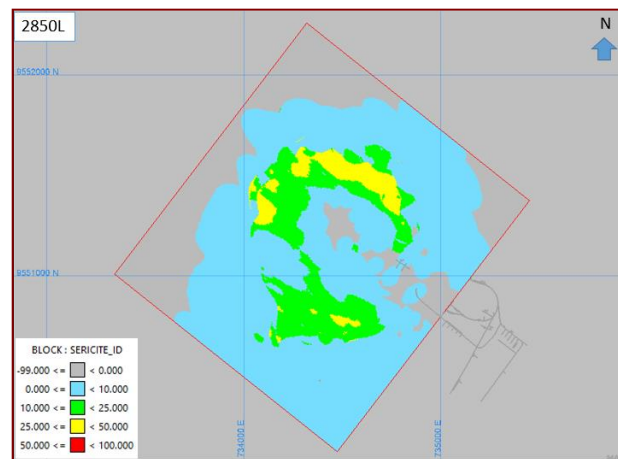
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi penyebaran mineral-mineral pengontrol "Problematic Ore" dengan menggunakan metode XRD (X-Ray Diffraction) dari sampel-sampel lubang bor adalah sebagai berikut:

1. Penyebaran Mineral Serisit

Dari hasil analisis data XRD terlihat penyebaran mineral serisit-lempung pada daerah penelitian atau cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia sebagai berikut; distribusi tinggi mineral serisit-lempung lebih dari 10-50% tersebar pada

Selatan-Barat, Utara, Barat-Timur pada elevasi 2850 m. Pada elevasi 2950 m distribusi mineral serisit-lempung lebih dari 50% lebih banyak pada daerah Utara-Timur-Barat dan Selatan daerah penelitian, sedangkan pada elevasi 3175 m dasar tambang terbuka Grasberg terlihat penyebaran mineral serisit-lempung lebih besar dari 50% sebelah Selatan dan Timur pada daerah penelitian. Penyebaran mineral serisit secara vertikal dengan potongan mendatar dapat dilihat pada Gambar 5.

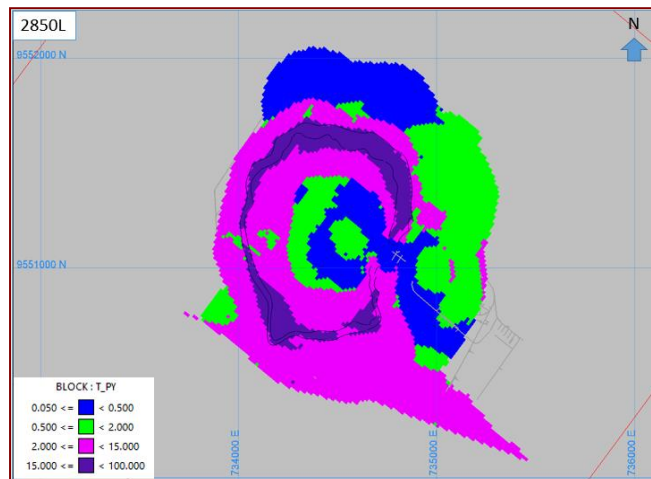


Gambar 5. Peta penyebaran Mineral serisit-lempung secara mendatar di kedalaman 2850 m dpl pada Cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia

2. Penyebaran Mineral Pirit

Dari hasil analisis data uji XRD dan pemodelan yang dilakukan terlihat penyebaran mineral serisit-lempung pada daerah penelitian atau cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia. Distribusi mineral Pirit (sulfida) adalah lebih dari 2-

15% di Selatan-Utara-Timur-Barat pada elevasi 2850-3175m, pada elevasi 2850-3175m konsentrasi mineral pirit lebih dari 15%, kadar ini terdapat pada Heavy Sulfide Zone (HSZ), seperti diperlihatkan pada Gambar 6.

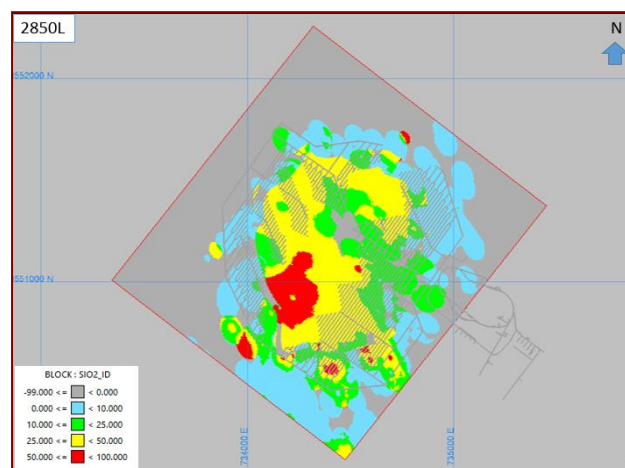


Gambar 6. Peta Penyebaran Mineral Pirit (Fe-sulfide) secara mendatar di kedalaman 2850m dpl pada cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia

3. Mineral Silika-Kuarsa

Dari hasil analisis data uji XRD diketahui penyebaran mineral Silika-Kuarsa di daerah penelitian atau cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia. Distribusi tinggi mineral silika (quartz) lebih dari 50%

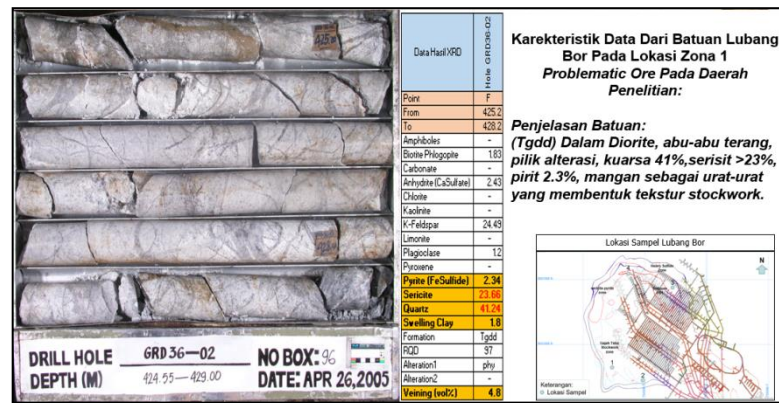
selatan-barat pada elevasi 2850-2950 m, pada elevasi 3175 m pada distribusi silika-kuarsa lebih dari 50% terkonsentrasi pada sebelah Selatan-Barat dengan zonasi yang lebih kecil, terlihat pada Gambar 7.



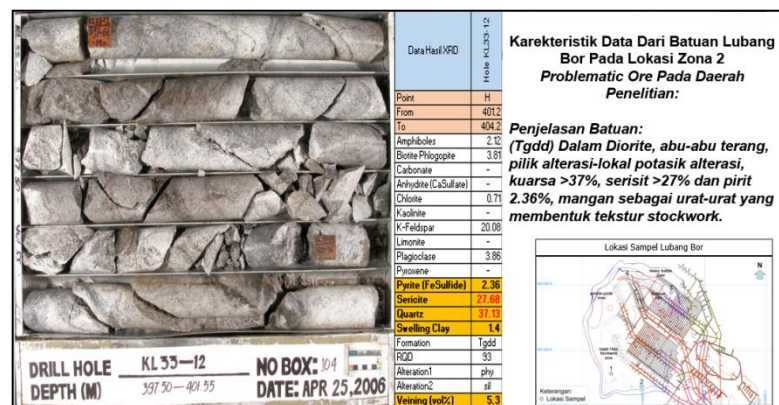
Gambar 7. Peta Penyebaran mineral silika-kuarsa secara mendatar di kedalaman 2850 m dpl pada tambang Grasberg Block Cave Freeport Indonesia

Dari hasil analisis yang di lakukan terhadap 2336 data lubang bor (drill hole) XRD yang memotong cadangan Grasberg Block Cave yang mengidentifikasi mineral-mineral yang menjadi pengontrol problematic ore atau bijih bermasalah seperti diuraikan di atas, maka penyebarannya dapat dibagi menjadi 4 zona yaitu zona 1: Selatan-Barat, zona 2: Selatan, zona 3: Utara-Timur dan zona 4: Utara.

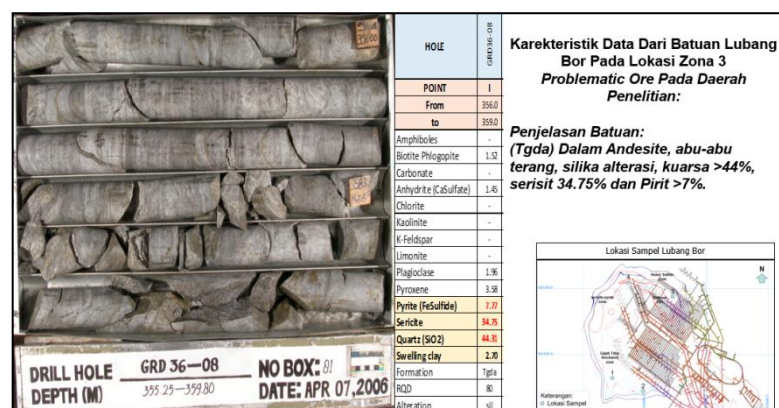
Beberapa contoh kondisi batuan dari lubang bor yang mewakili zona-zona yang menjadi potensi zona problematic ore atau bijih bermasalah pada daerah penelitian berdasarkan hasil identifikasi karakteristiknya dengan kandungan silika atau quartz >30%, serisit-lempung >20 % dan pirit >5 % dapat dilihat pada Gambar 8 sampai Gambar 11 berikut ini.



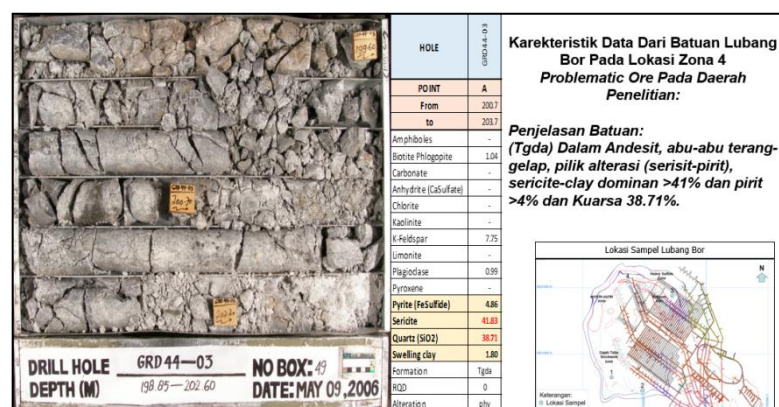
Gambar 8, Contoh karakteristik batuan problematic ore pada Zona 1



Gambar 9. Contoh karakteristik batuan problematic ore pada Zona 2



Gambar 10. Contoh karakteristik batuan problematic ore pada Zona 3



Gambar 11. Contoh karakteristik batuan problematic ore pada Zona 4

KESIMPULAN

Dengan analisis data-data XRD dari sampel pengeboran di daerah penelitian pada bukaan tambang bawah tanah pada daerah penelitian yaitu daerah cadangan Grasberg Block Cave Freeport Indonesia, maka diperoleh bahwa mineral-mineral pengontrol bijih bermasalah atau "problematic ore" pada daerah penelitian adalah dengan komposisi mineral serisit-lempung >20, mineral pirit >5% dan mineral kuarsa atau silika >30%. Berdasarkan kriteria mineral-mineral pengontrol problematic ore atau bijih bermasalah pada daerah penelitian dapat diidentifikasi penyebaran bijih bermasalah atau problematic ore dengan metode block model penyebaran mineral-mineral tersebut di atas sehingga didapat empat (4) zona yaitu zona 1-Selatan-Barat, zona 2-Selatan, Zona 3-Utara- Timur dan Zona 4-Utara.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Departement Underground Geology - Freeport Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan izin ke pada penulis utama untuk melanjutkan pendidikan Magister Teknik Geologi di Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran. Demikian juga kepada para kolega di Departement Underground Geology, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas masukan dan waktu luang yang diberikan untuk berdiskusi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Bandung, Bapak Eko Yulianto yang telah mendukung dilakukannya penelitian ini. Terimakasih kepada Bapak Eko Soebowo yang telah memberikan masukan dan izin penggunaan sampel. Kepada Bapak Eko Tri Sumarnadi, Bapak Djoko, Ibu Eki yang membantu dalam pengerjaan di Laboratorium LIPI. Terimakasih kepada Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada pihak yang telah bersedia memberikan kritik dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Cobelt, G.J dan Leach, T.M , 1997, Southwest Pasific Rim Gold-Copper System, Structure, Alteration, Mineralization, Short Course Manual.
- Dow, D.B., Robinson, G.P., Hartono, U., & Ratman, N. 2005. Geology of Irian Jaya. Pusat Penelitian
- Lauren Dobb, 2005, Introduction to Ore-Forming Processes, First published 2005 by Blackwell Publishing.

<https://ptfi.co.id/id>, 2017, Sekilas Tentang Freeport Indonesia, Jakarta, Indonesia.

Pollard, P.J., Taylor, R.G., and Peters, L., 2005, Ages of Intrusions, Alteration, and Mineralization at the Grasberg Cu-Au Deposit, Papua, Indonesia, *Economic Geology*, vol. 100, p. 1005-1020.

Sapiie dan Cloos, 2013, Porphyry copper deposits: strike-slip faulting and throttling cupolas, *International Geology Review*

Setiadi, T., 2012, Characteristic Problematic Ore Grasberg Tambang Terbuka-Papua, by IAGI Publisher.

Tim Penulis PTFI. (2013). Buku Geologi dan Geoteknik Tambang Grasberg, PT Freeport Indonesia External Publish, 2013, Jakarta.

Vvan Ufford, A. I. Q., 1996, Stratigraphy, Structural Geology, and Tectonics of Young Forearc-Continent Collision, Western Central Range, Irian Jaya (Western New Guinea), Indonesia, Disertasi, The University of Texas, Austin.