



ZONASI ALTERASI PADA TAMBANG TERBUKA GRASBERG PB9S3, KABUPATEN MIMIKA, PAPUA

Yonathan Kristiawan Benget^{1*}, Mega F. Rosana¹, Agus Didit Haryanto¹,
Firman Sumarwan.², Kurniawan²

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

² PT.Freeport Indonesia

*Korespondensi: yonathankristiawan14@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian secara administratif berada di Distrik Grasberg, Kecamatan Tembapapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Metoda yang digunakan dalam penelitian yaitu pemetaan lapangan pada tambang terbuka Grasberg dengan meninjau aspek-aspek keselamatan, analisa petrografi menggunakan sayatan tipis, dan analisa *spectral device*, dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik alterasi yang berkembang di tambang terbuka Grasberg. Litologi daerah penelitian dikelompokkan menjadi dua, yaitu Intrusi Andesit Fragmental dan Intrusi Diorit. Alterasi yang berkembang pada daerah penelitian dibedakan atas alterasi kuarsa-biotit-magnetit-anhidrit, alterasi kuarsa, alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa-anhidrit, alterasi kuarsa-biotit-aktinolit-anhidrit.

Kata Kunci : Alterasi, Grasberg, Intrusi

ABSTRACT

The research area administratively is located in the Grasberg District, District Tembapapura, Mimika District, Papua Province. The method used in this research are mapping in surface grasberg mine , petrographic analyzing and analytical spectral devices. Lithologic unit area of research is grouped into two units, namely andesite intrusion fragmental unit and Unit Diorite Intrusion. Based on the observation, alteration in this research area are classified into four zonations: quartz-biotite-magnetite-anhydrite alteration zone, quartz alteration zone, k-feldspar-biotite-quartz-anhydrite alteration zone, and quartz-biotite-actinolite-anhydrite alteration zone.

Keywords: Alteration, Grasberg, Intrusion

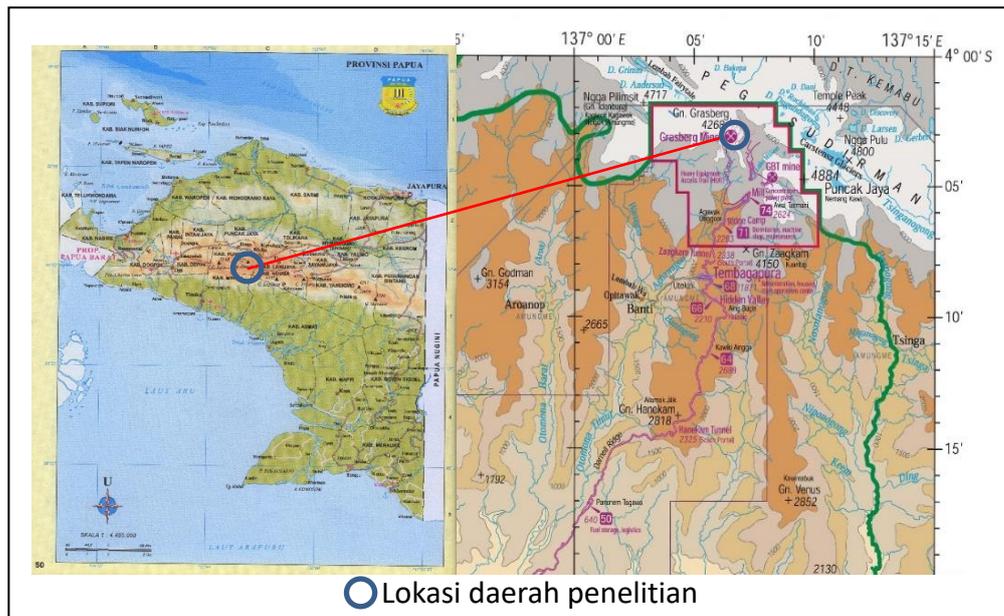
1. PENDAHULUAN

Endapan porfiri merupakan suatu endapan bijih yang terbentuk karena adanya beberapa intrusi yang mengontrol sehingga terbentuk alterasi yang mengubah batuan dan menghasilkan endapan bijih. Pada endapan porfiri, alterasi yang terbentuk sangat beraneka ragam, termasuk alterasi potasik yang sudah jauh dari permukaan dan terletak paling inti dalam suatu alterasi pada endapan porfiri.

Tambang Terbuka Grasberg, Papua merupakan salah satu tambang terbuka

terbesar di dunia dan menghasilkan endapan bijih dari sistem porfiri. Tambang terbuka ini telah mencapai kedalaman hingga 1,5km. Penelitian ini di Tambang Terbuka Grasberg untuk mengetahui karakter alterasi yang terbentuk.

Daerah penelitian secara administratif berada di Distrik Grasberg, Kecamatan Tembapapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua dan secara geografis berada pada 734113 mT – 734546 mT dan 9551271 mU – 9551703 mU (gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta Daerah Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiografi dan Stratigrafi Regional

Kenampakan Pulau Papua ini digambarkan sebagai burung yang terbang ke arah barat dengan mulut terbuka. Secara fisiografi, van Bemmelen (1949) membagi pulau ini menjadi 3 bagian yaitu kepala burung, leher burung, dan tubuh burung.

Menurut van Ufford (2005) dalam Sapiie dan Cloos (2004), bagian tubuh burung dapat dibagi menjadi empat wilayah litotektonik yaitu New Guinea Foreland, Jalur Perlipatan dan Sesar Naik Pegunungan Tengah, Jalur Metamorfik Ruffaer dan Jalur Ofiolit, Kompleks Busur Kepulauan Melanesia.

Stratigrafi regional dari area kontrak karya PT. Freeport Indonesia terdiri dari Formasi Kopai, Formasi Woniwogi, Formasi Piniya, dan Formasi Ekmai yang merupakan bagian dari Kelompok Kembelangan dan Formasi Waripi, Formasi Faumai, Formasi Sirga, dan Formasi Kais yang merupakan bagian dari Kelompok Batugamping New Guinea, dan Endapan Kuarter dan adanya intrusi yang menerobos daerah penelitian.

2.2 Intrusi

Intrusi Dalam tersingkap di kawasan tambang terbuka pada ketinggian lebih dari 3840 m. Terdapat beberapa unit intrusi pada Intrusi Dalam, yaitu Dalam Diorit, Dalam Andesit, Sedimen Vulkanik Tersier, Dalam Fragmental, dan Dalam Vulkanik.

Dalam Diorit dicirikan dengan batuan yang berwarna coklat kehijauan, bertekstur pofiritik, tersusun atas plagioklas berwarna hijau pucat, biotit, dan hornblenda. Dalam Andesit memiliki ciri yang hampir sama dengan Dalam Diorit, yang membedakannya adalah ukuran butir Dalam Andesit lebih halus dibandingkan Dalam Diorit. Sedimen Vulkanik Tersier sebagian besar tersusun atas tufan berbutir halus dengan ketebalan 100 m. Selain itu terdapat juga lapisan lapili dan ditemukan stuktur sedimen berupa perlapisan bersusun, laminasi sejajar, dan laminasi bergelombang. Sedimen ini diendapkan di lingkungan yang berair yang terdapat di batas Kompleks Batuan Beku Grasberg.

Dalam Fragmental tersusun atas fragmen monomik berbentuk menyudut tanggung hingga membulat dengan diameter 1 cm – 1 mm, matriksnya berbutir halus dan mengalami rekristalisasi. Dalam

Volkanik merupakan breksia polimik dengan komposisi pecahan Dalam Andesit dan Sedimen Volkanik Tersier yang hadir sebagai fragmen berbentuk menyudut hingga menyudut tanggung.

Seluruh unit yang terdapat dalam Intrusi Dalam telah teralterasi kuat dan membentuk zona alterasi tipe endapan porfiri tembaga. Pada bagian tengahnya terdapat zona potasik yang dikelilingi oleh zona filik dan zona propilitik, dan seluruh zona alterasi tersebut dipotong oleh suatu zona yang kaya akan mineral lempung, yaitu zona argilik.

- Intrusi Utama Grasberg

Intrusi Utama Grasberg (berada di bagian tengah Kompleks Batuan Beku Grasberg pada ketinggian 3750 m dan diameternya mencapai 250 m (Kavalieris, 1998). Batuannya memperlihatkan tekstur aliran yang sangat jelas dan ekuigranular, berwarna merah muda keunguan, tersusun atas plagioklas, felspar alkali, hornblenda, biotit, dan klinopiroksen. Terdapat kelimpahan magnetit yang menyebabkan warna gelap pada batuan ini. Sebagian besar intrusi ini telah teralterasi kuat dalam Sapiie dan Cloos, 2012).

2.3 Struktur Regional

Terdapat dua tahapan deformasi yang mempengaruhi pembentukan wilayah Grasberg. Periode deformasi pertama terjadi antara 12 – 4 juta tahun yang lalu, mengakibatkan terbentuknya sebuah lipatan, *Yellow Valley Syncline*, yang berarah baratlaut – tenggara dan juga sesar naik di wilayah ini. Kemudian dilanjutkan dengan periode deformasi kedua yang terjadi 4 juta tahun yang lalu. Pada periode ini terjadi reaktivasi sesar-sesar yang telah terbentuk pada periode pertama dan didominasi oleh sesar geser. Sesar-sesar geser tersebutlah yang mempengaruhi terbentuknya intrusi dan mineralisasi di wilayah Grasberg.

2.4 Alterasi

Larutan hidrotermal adalah cairan bertemperatur tinggi (100 – 500°C) sisa pendinginan magma yang mampu merubah

mineral yang telah ada sebelumnya dan membentuk mineral-mineral tertentu. Proses hidrotermal pada kondisi tertentu akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral atau mineral assemblage (Guilbert dan Park, 1986). Secara umum kehadiran himpunan mineral tertentu dalam suatu ubahan batuan akan mencerminkan tipe alterasi tertentu. Menurut Corbett and Leach, ada 7 macam tipe alterasi yaitu alterasi potasik, propilitik, propilitik dalam, argilik, argilik lanjut, filik, dan skarn.

3. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pemetaan lapangan dan analisa laboratorium seperti analisa petrografi dan analisa spectral devices (ASD).

Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui beberapa hal berikut, yaitu: Mengetahui mineral penyusun batuan, mengetahui adanya mineral ubahan pada batuan paragenesa mineral. Analisa ASD digunakan untuk determinasi mineral yang berukuran sangat halus, seperti mineral lempung. terhadap contoh batuan yang akan dianalisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

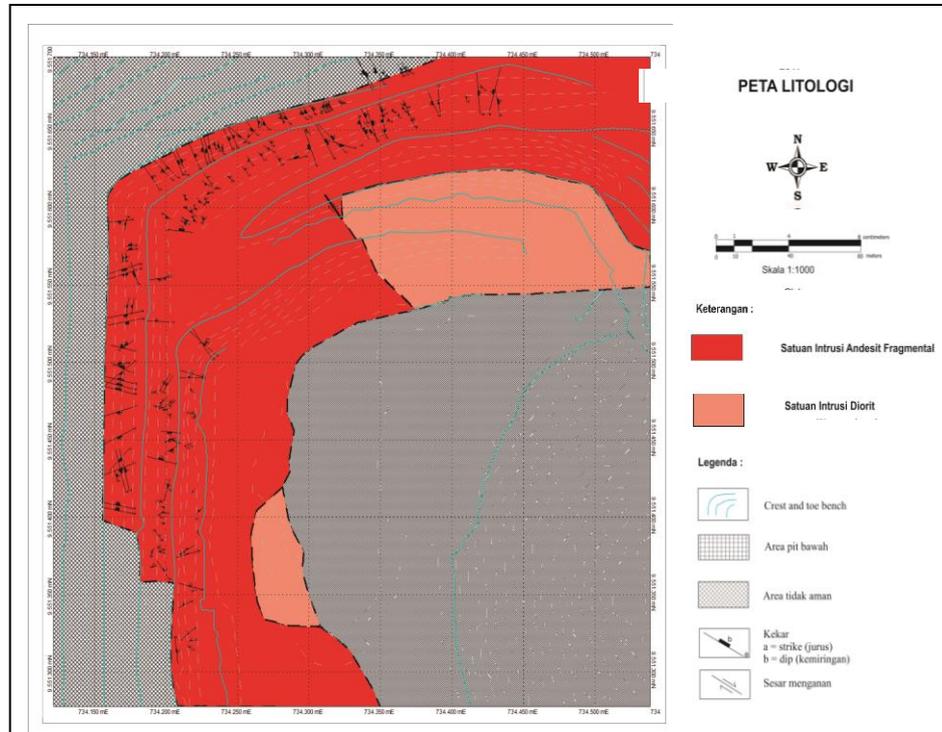
4.1 Litologi

Litologi pada daerah lapangan penelitian merupakan sebuah intrusi yang berada pada bagian inti sebuah sistem mineralisasi porfiri. Adapun intrusi yang terbentuk yaitu andesit fragmental dan andesit diorit (gambar 4.1). Kedua intrusi ini sudah mengalami proses hidrotermal sehingga litologi yang terbentuk mengalami alterasi dengan himpunan mineral yang berbeda dan tingkat alterasi yang berbeda.

Andesit Fragmental memiliki warna abu-abu kehitaman, granularitas porfiritik-afanitik, derajat kristalisasi holokristalin, kemas ineqigranular, bentuk kristal subhedral-anhedral dan terdapat fragmen-fragmen batuan yang mengisi satuan batuan sebagai penciri khas satuan ini. Komposisi

mineral awal pada batuan asal sudah sulit ditentukan dikarenakan telah mengalami ubahan secara kuat (Pervasive). Alterasi yang berkembang pada satuan ini yaitu

alterasi kuarsa-biotit-magnetit anhidrit, alterasi kuarsa, dan alterasi kuarsa-biotit-aktinolit-anhidrit.



Gambar 4.1 Peta Persebaran Litologi

Intrusi Diorit merupakan intrusi kedua yang menerobos intrusi andesit fragmental. Intrusi Diorit memiliki warna abu-abu terang, granularitas porfiritik, derajat kristalisasi holokristalin, kemas ineqigranular, bentuk kristal subhedral-anhedral yang terdiri atas plagioklas, biotit, hornblenda. Pada Satuan Diorit masih terlihat komposisi mineral awal pembentuknya, sehingga tingkat alterasi yang terbentuk merupakan alterasi sedang yaitu alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa.

4.2 Zona Alterasi Hidrotermal

4.2.1 Zona Kuarsa-Biotit- Magnetit-Anhidrit

Zona kuarsa-biotit-magnetit-anhidrit berkembang di Satuan Intrusi Andesit Fragmental. Persebaran zonasi ini menempati area dengan kisaran 35% dari luas daerah penelitian.

Secara megaskopik, batuan ubahan pada zona ini berwarna abu-abu kehitaman. Warna kehitaman ini dikarenakan adanya magnetit. Struktur batuan asal tidak tampak lagi dikarenakan zonasi ini merupakan zonasi yang telah mengalami alterasi yang sangat kuat. Selain itu dapat diamati mineral kuarsa dan biotit sekunder yang hadir menjadi fenokris mengubah hornblenda yang merupakan mineral primer (gambar 4.2).

Secara mikroskopik pada zona ini dapat diamati mineral-mineral primer sudah tergantikan secara pervasive. Mineral biotit hadir dengan pleokroisme yang kuat. Biotit menggantikan mineral hornblenda yang reliefnya masih tampak. Kuarsa sekunder hadir mengubah masadasar dengan bentuk allotriomorfik granular dan interlocking, dan melimpahnya mineral opak pada zona ini. Berdasarkan karakteristik mineral alterasi pada zona ini, alterasi yang

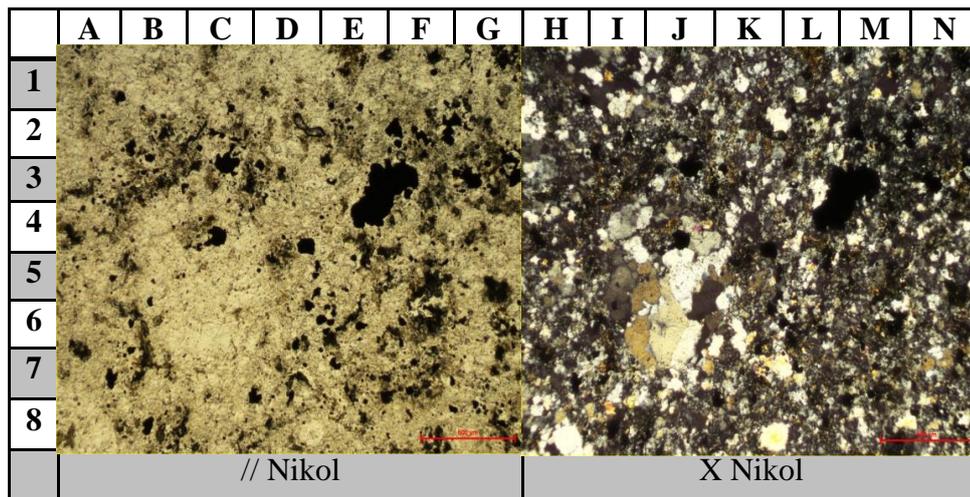
terbentuk dapat di kelompokkan sebagai tipe alterasi potasik menurut klasifikasi Corbet and Leach, (gambar 4.3).

Berdasarkan analisa ASD, munculnya mineral gipsum pada daerah zonasi ini menandakan adanya proses

pelarutan oleh air atau air tanah yang mengubah mineral anhidrit menjadi gipsum. Kenampakan dari mineral gipsum itu bersifat halus, berwarna keputihan, dan rapuh (gambar 4.4).

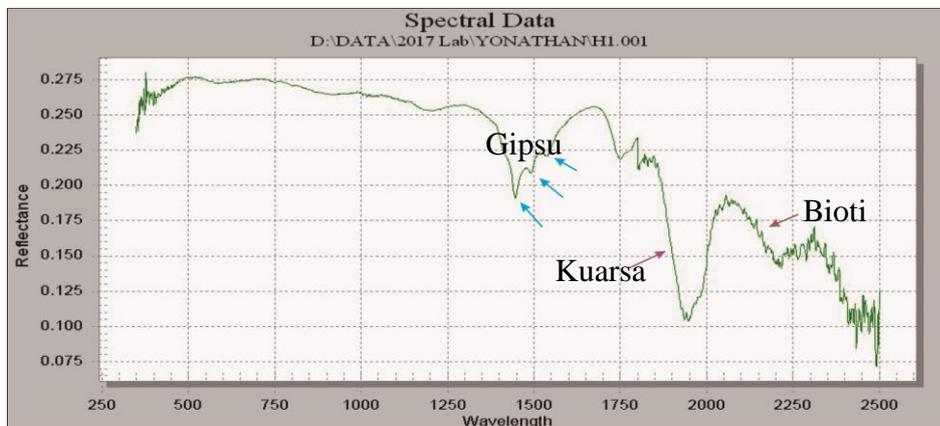


Gambar 4.2 Foto handspesimen zona alterasi kuarsa- biotit-magnetit-anhidrit pada litologi Andesit Fragmental yang terubah kuat



Bio= Biotit Qtz=Kuarsa Op=Opak

Gambar 4.3 Foto mikrofografi zona alterasi kuarsa- biotit-magnetit-anhidrit.



Gambar 4.4 Foto analisa ASD zona alterasi kuarsa- biotit-magnetit-anhidrit.

4.2.2 Zona Kuarsa

.Persebaran Zona ini menempati rea dengan kisaran 20% dari luas daerah penelitian.

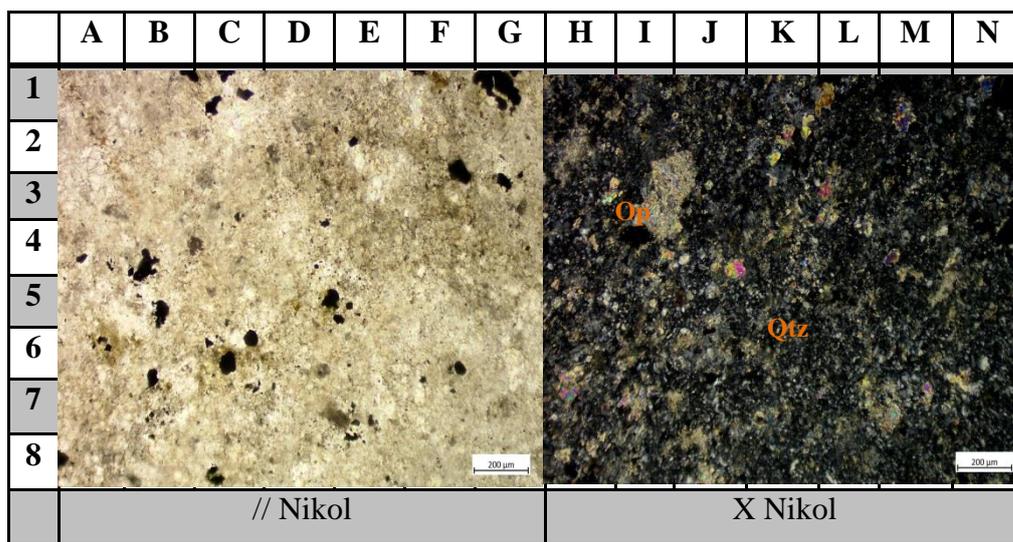
Secara megaskopik, batuan ubahan zona ini berwarna abu-abu terang dan memiliki warna lapuk oren. Struktur batumannya tidak dapat terlihat lagi dan kemelimpahan kuaarsa yang sangat tinggi

pada zona ini. Tingkat alterasi pada zona itu yaitu alterasi kuat (gambar 4.5).

Secara mikroskopik pada zona ini tidak dapat diamati mineral-mineral primernya lagi. Tingkat alterasi adalah kuat. Mineral kuarsa sekunder mengubah masadasar dengan bentuk mikrokristalin (gambar 4.6). Alterasi pada zona ini yaitu alterasi silisifikasi. Pada zona ini mengalami penambahan mineral silica yang diakibatkan oleh *Silica Flooding*.



Gambar 4.5 Foto handspesimeni zona alterasi kuarsa pada litologi Andesit Fragmental yang berubah kuat



Qtz: Kuarsa Op: Opak

Gambar 4.6 Foto mikrografi zona alterasi kuarsa pada litologi Andesit Fragmental yang berubah kuat

4.2.3 Zona K-Feldspar-Biotit-Kuarsa-Anhidrit

Karakteristik zona ini dicirikan dengan kehadiran mineral alterasi berupa kuarsa dan biotit yang sangat dominan yang menggantikan mineral plagioklas. Persebaran zonasi ini menempati area dengan kisaran 40% dari luas daerah penelitian

Secara megaskopik, batuan ubahan pada zona ini berwarna abu-abu terang. Struktur batuan asalnya masih dapat terlihat, yaitu dioritik sehingga tingkat alterasi yang berkembang adalah medium (gambar 4.7).

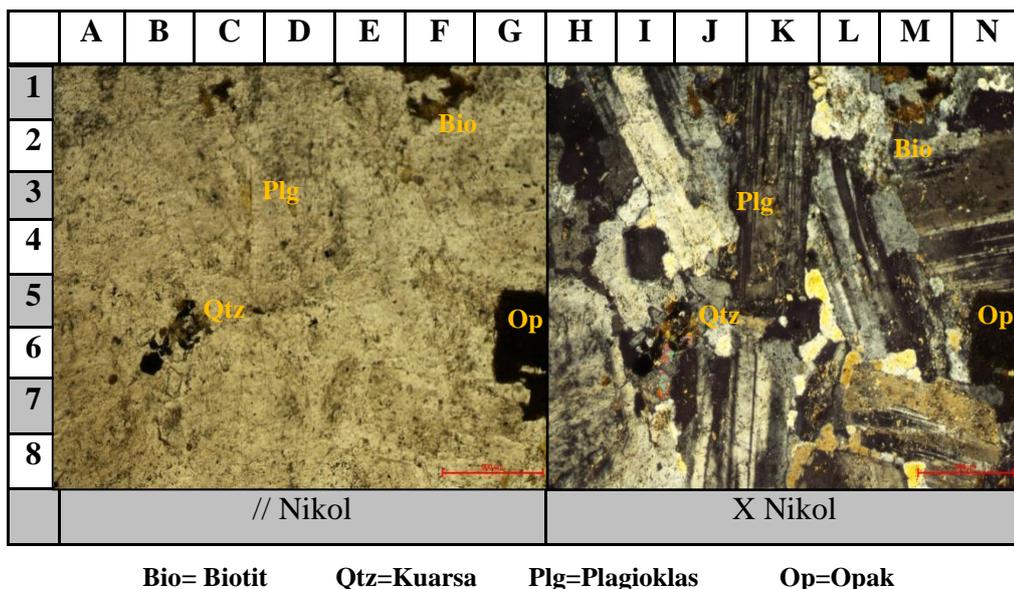
Secara mikroskopik pada zona ini masih dapat diamati mineral-mineral primer

seperti plagioklas dengan kembar albit-karlsbad. Tingkat alterasi pada zona ini adalah sedang. Mineral k-feldspar hadir menggantikan plagioklas. Biotit menggantikan mineral hornblenda yang reliefnya masih tampak. Kuarsa sekunder juga hadir mengubah masadasar dengan bentuk allotriomorfik granular dan interlocking (gambar 4.8).

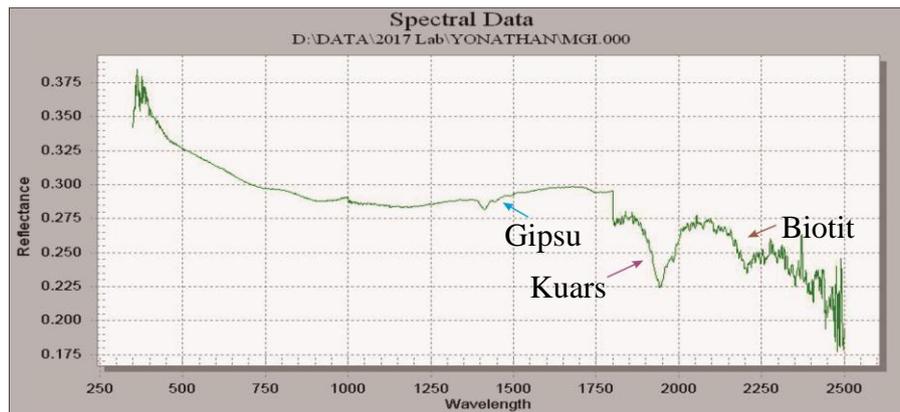
Berdasarkan analisa ASD, munculnya mineral gipsium pada daerah zonasi ini yang menandakan adanya proses pelarutan oleh air atau air tanah yang mengubah mineral anhidrit menjadi gipsium. Kenampakan dari mineral gipsium itu bersifat halus, berwarna keputihan, dan rapuh (gambar 4.9).



Gambar 4.7 Foto handspesimen zona alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa pada litologi Diorit yang terubah sedang



Gambar 4.8 Foto mikrografi zona alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa pada litologi Diorit yang terubah sedang



Gambar 4.9 Foto grafik analisa ASD zona alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa

4.2.4 Zona Biotit-aktinolit-anhidrit

Karakteristik zona ini dicirikan dengan kehadiran mineral alterasi berupa kuarsa, biotit dan munculnya mineral aktinolit yang tersebar di zona ini. Persebaran zonasi ini menempati area dengan kisaran 25% dari luas daerah penelitian.

Secara megaskopik, batuan ubahan pada zona ini berwarna abu-abu kehijauan. Kehijauan ini dipengaruhi adanya mineral sekunder aktinolit yang berkembang pada zonasi ini. Mineral aktinolit memiliki kenampakan berwarna kehijauan dan menjarum bila dilihat secara megaskopis (gambar 4.10).

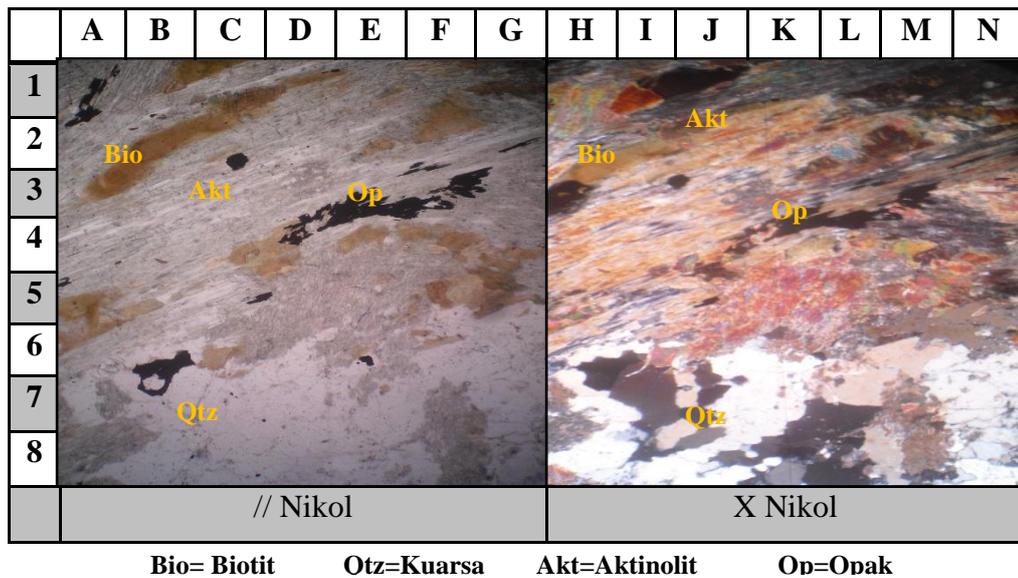
Secara mikroskopik pada zona ini dapat diamati mineral-mineral primer sudah tergantikan secara pervasive. Mineral

sekunder yang muncul adalah biotit dengan pleokroisme yang kuat. Biotit menggantikan amfibol yang reliefnya masih tampak. Biotit dan plogofit hadir menggantikan plagioklas pada bagian pinggirnya. Kuarsa sekunder juga hadir dengan bentuk allotriomorfik granular dan interlocking. Mineral aktinolit yang bersifat menjarum, reliefnya tampak dan memiliki warna kemerahan (X-nikol). (gambar 4.11).

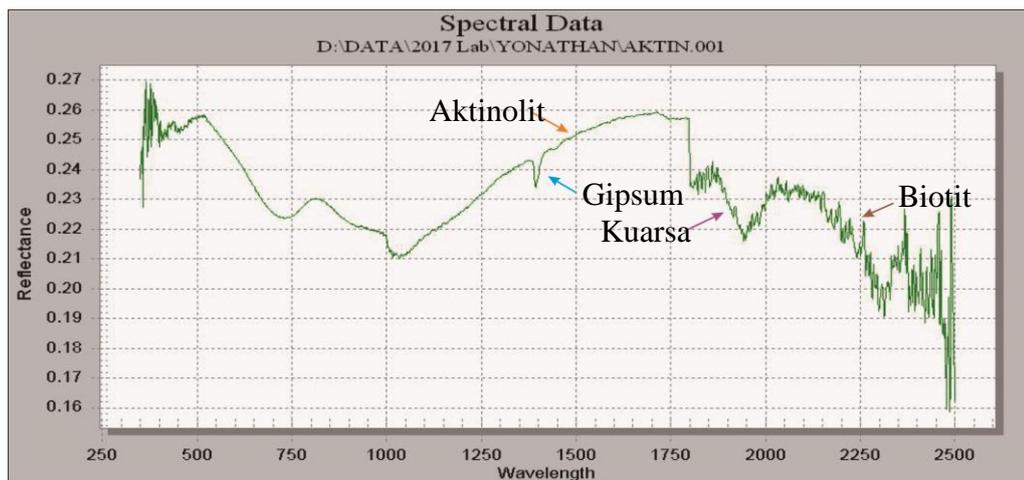
Berdasarkan analisa ASD, munculnya mineral gipsu pada daerah zonasi ini yang menandakan adanya proses pelarutan oleh air atau air tanah yang mengubah mineral anhidrit menjadi gipsu. Kenampakan dari mineral gipsu itu bersifat halus, berwarna keputihan, dan rapuh. (gambar 4.12)



Gambar 4.10 Foto mikrografi zona alterasi kuarsa-aktinolit-biotit-anhidrit pada litologi Andesit Fragmental yang berubah kuat



Gambar 4.11 Foto mikrografi zona alterasi kuarsa-aktinolit-biotit-anhidrit



Gambar 4.12 Foto grafik analisa ASD zona alterasi kuarsa-aktinolit-biotit-anhidrit

Menurut Corbett and Leach, himpunan mineral ubahan yang ditemukan dapat mencirikan suatu kelompok alterasi. Himpunan mineral ubahan kuarsa-biotit-magnetit-anhidrit, himpunan mineral kuarsa-biotit-aktinolit-anhidrit, dan himpunan mineral k-feldspar-biotit kuarsa merupakan ciri-ciri karakteristik dari alterasi tipe potasik, sedangkan himpunan mineral ubahan kuarsa merupakan karakteristik dari alterasi tipe silisifikasi.

5. KESIMPULAN

Tambang Terbuka Grasberg merupakan suatu endapan porfiri yang memiliki tipe alterasi yang beragam. Dari hasil pemetaan lapangan dan analisa petrografi, litologi yang terbentuk merupakan Intrusi Andesit Fragmental dan Intrusi Diorit yang mengalami proses alterasi. Alterasi yang berkembang pada daerah penelitian dibedakan atas alterasi kuarsa-biotit-magnetit-anhidrit, alterasi kuarsa, alterasi k-feldspar-biotit-kuarsa-

anhidrit, alterasi kuarsa-biotit-aktinolit-anhidrit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada PT.Freeport Indonesia dan tim geologist Grasberg atas ijin dan kesempatannya sehingga dapat melaksanakan pengambilan data untuk pembuatan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bateman, A.M. dan Jensen, M.L., 1981, *Economic Mineral Deposits*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Cloos, M., Sapiie, B., Quarles van Ufford, A., Weiland, R.J., Warren, P.Q., and McMahan, T.P., 2005, *Collisional delamination in New Guinea: The Geotectonics of subducting slab breakoff*: Geological Society of America Special Paper 400, 51 pp.
- Corbett, Greg dan T. M. Leach.1997."Short course manual:: Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization". Catatan kursus.
- Guilbert, John M. dan Charles F. Park, Jr.1986."The Geology of Ore Deposits'. Waveland Press.
- Harrison, Jeffrey S. 1999."Hydrothermal Alteration & Fluid Evolution of the Grasberg Porphyry Cu-Au Deposit Irian Jaya Indonesia". Desertasi. Universitas Texas
- Morrison, 1997."Important Hydrothermal Minerals and their significance". Geothermal and Mineral Services Division Kingston Morrison Limited : New Zealand.
- Thomson et. Al. 1996."Atlas of Alteration". Geological Association of Canada
- Travis, R.B.. 1995,"Classification of Rocks": quarterly of the Colorado School Of Mines. Vol 50 Number 1.
- van Ufford, A. I. Q., 1996, *Stratigraphy, Structural Geology, and Tectonics of Young Forearc-continent Collision, Western Central Range, Irian Jaya (Western New Guinea), Indonesia*, hal. 20, 73 – 90, Disertasi.Universitas Texas, Austin.