

**ALTERASI DAN MINERALISASI CEBAKAN BIG GOSSAN
KABUPATEN MIMIKA, PROVINSI PAPUA**

**ALTERATION AND MINERALIZATION BIG GOSSAN DEPOSIT
MIMIKA REGENCY, PAPUA PROVINCE**

**Akhmad Fauzan¹, Mega F. Rosana¹, Euis T. Yuningsih¹,
Dwie H. Saputra², dan Fernandy Meiriyanto²**

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, ²PT. Freeport Indonesia
akhmadfn06@gmail.com

ABSTRAK

Aktifitas magmatik dan tektonik yang diikuti oleh proses hidrotermal di Pulau Papua dimulai pada zaman Tersier yang menghasilkan batuan intrusi dan mineralisasi Cu-Au di wilayah Ertsberg – Grasberg dan berpengaruh terhadap proses pembentukan Cebakan Big Gossan. Dalam penelitian ini, dilakukan pemetaan alterasi, analisis petrografi dan mineragrafi untuk mengetahui karakteristik dan penyebaran alterasi dan mineralisasi di Cebakan Big Gossan pada kedalaman 2.600 mdpl dan 2.640 mdpl. Berdasarkan himpunan mineral ubahannya dibedakan menjadi delapan zona, yaitu: Zona Diopsid – K-feldspar, Zona Kuarsa – Diopsid – Garnet, Zona Garnet – Diopsid + Epidot, Zona Biotit – K-feldspar + Epidot, Zona Garnet – Diopsid, Zona Aktinolit – Tremolit, Zona Kuarsa – Dolomit dan Zona Epidot – Klorit. Berdasarkan asosiasi mineral logamnya, dapat dikelompokkan menjadi lima zona, yaitu: Zona Pirit, Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Sfalerit, Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit – Sfalerit – Galena, Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit serta Zona Magnetit – Hematit. Penyebaran zona alterasi dan mineralisasi di daerah penelitian menunjukkan arah barat-laut – tenggara yang dikontrol oleh Sesar Big Gossan yang memiliki kesamaan arah.

Kata kunci: Alterasi hidrotermal, big gossan, mineralisasi, skarn, Pulau Papua

ABSTRACT

Magmatic and tectonic activities followed by hydrothermal processes on Papua Island began in the Tertiary era which produced Cu-Au intrusion and mineralization in the Ertsberg-Grasberg region and influenced the process of created the Big Gossan deposit. In this study, alteration mapping and petrography and mineragraphy analysis were carried out to determine the characteristics and spread of alteration and mineralization in the Big Gossan deposit at a depth of 2,600 masl and 2,640 masl. Based on the associated of mineral alteration are divided into 8 zones, namely: Diopside - K-feldspar Zone, Quartz - Diopside – Garnet Zone, Garnet - Diopside ± Epidote Zone, Biotite - K-feldspar ± Epidote Zone, Garnet – Diopside Zone, Actinolite – Tremolite Zone, Quartz – Dolomite Zone and Epidote – Chlorite Zone. Based on the associated of ore minerals, can be identified 5 zone are Pyrite Zone, Chalcopyrite – Pyrite – Magnetite – Sphalerite Zone, Chalcopyrite – Pyrite – Magnetite – Hematite – Sphalerite – Galena Zone, Chalcopyrite – Pyrite – Magnetite – Hematite Zone, Magnetite – Hematite Zone. The distribution of alteration and mineralization zones in the study area shows the northwest-southeast direction which is controlled by the presence of the Big Gossan Fault which has the same direction.

Keywords: Alteration hydrothermal, Big Gossan, mineralization, skarn, Papua Island

PENDAHULUAN

Big Gossan terletak sekitar 1 km di bagian baratdaya kompleks Ertsberg, 2 km selatan dari endapan porfiri Grasberg. Dimensi Big Gossan membentuk pola yang tabular, mempunyai panjang lebih dari 1 km, ketinggian sekitar 500 m dan lebar lebih dari 200 m. Big Gossan merupakan cebakan yang termasuk ke dalam kawasan kontrak karya PT Freeport Indonesia di Distrik Ertsberg, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua.

Cebakan Big Gossan memiliki kondisi geologi yang cukup kompleks dengan proses alterasi dan mineralisasi yang memiliki penyebaran yang cukup luas serta kadar tembaga (Cu) yang cukup tinggi. Data Tahun 2018, Big Gossan memiliki cadangan terkira 39.839.000 ton dengan kadar 2,19% Cu, 0,96 g/t Au dan 12,64 g/t Ag dan cadangan terbukti 17.566.000 ton dengan kadar 2,32% Cu, 0,98 g/t Au dan 14,53 g/t Ag (Anonim, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik alterasi dan mineralisasi serta penyebarannya pada kedalaman 2.600 mdpl dan 2.640 mdpl di Cebakan Big Gossan.

GEOLOGI REGIONAL

Susunan stratigrafi daerah penelitian terdiri dari Kelompok Kembelangan dan Kelompok Batugamping New Guinea yang ditutupi secara tidak selaras oleh endapan aluvial glasial berumur Kuartar (Gambar 1). Berikut urutan satuan stratigrafi dari tua ke muda pada daerah penelitian, yaitu:

Formasi Ekmai

Formasi Ekmai memiliki ketebalan sekitar 650 m. Mulai dari bagian bawah hingga ketebalan 550 m, terdiri dari batupasir arenit kuarsa dengan ukuran butir kasar hingga halus yang memiliki struktur tabular *cross bedding* dan tabular *parallel*. Satuan batuan tersebut diendapkan pada zona tepi laut atau lingkungan dekat sikuen paparan. Di atas satuan ini, terendapkan batulempung dan batugamping dengan

ketebalan 90 m pada lingkungan laut di zona batimetri batial, paparan luar, atau lereng laut. Formasi ini diinterpretasikan berumur Kapur Akhir hingga Paleosen. Berdasarkan dominasi litologi, Formasi Ekmai terbagi menjadi tiga anggota yaitu, Anggota Ekmai Batupasir pada bagian bawah, kemudian di atasnya terdapat Anggota Ekmai Batugamping dan anggota paling muda adalah Anggota Ekmai Batulempung.

Formasi Waripi

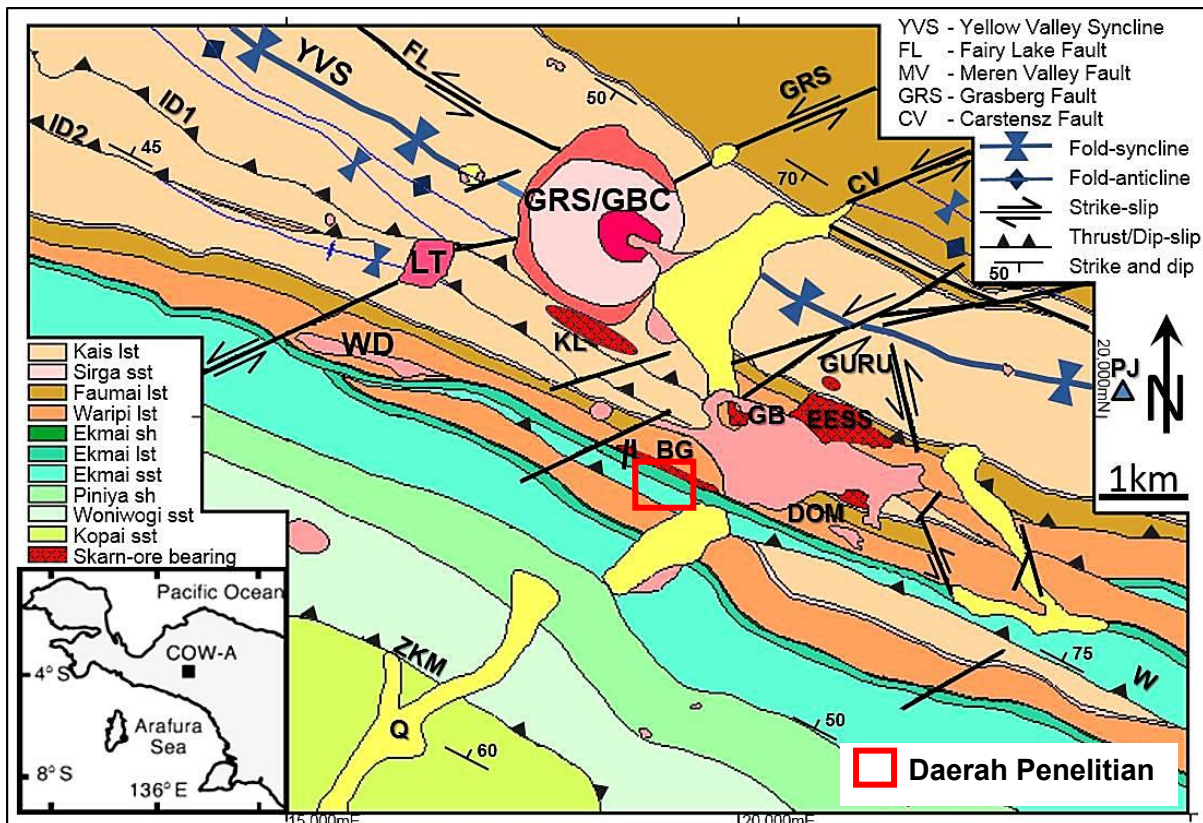
Formasi Waripi terdiri atas dolomit, batugamping dolomitan dan sedikit arenit kuarsa dengan nodul anhidrit. Formasi ini berumur Kapur Akhir atau Paleosen hingga Eosen Awal karena tidak ditemukannya fosil pada Gunung Biji (Ufford, 1996). Robinson (1988) meneliti di daerah lain dan berdasarkan analisis foraminifera dan nanoplankton mendapatkan umur Paleosen Tengah hingga Paleosen Akhir. Formasi ini terendapkan di lingkungan laut dangkal hingga paparan laut.

MAGMATISME DAERAH PENELITIAN

Magmatisme pada Distrik Ertsberg dipengaruhi oleh proses kolisi delaminasi pada Miosen Akhir di Pegunungan Tengah bagian barat (Cloos et al, 2005). Kolisi delaminasi adalah lepasnya lempeng yang tersubduksi akibat tidak kuatnya lempeng untuk menahan tekanan dari magma.

Cebakan Big Gossan dipengaruhi oleh adanya Kompleks Intrusi Ertsberg. Kompleks Intrusi Ertsberg memiliki dimensi tinggi 1 km, panjang 3 km dan lebar 1 km. Intrusi Ertsberg tidak muncul hingga permukaan, melainkan terhenti pada kedalaman 2 km dari permukaan. Intrusi ini terdiri atas porfiri monzodiorit kuarsa dan monsonit kuarsa, yang menerobos batuan sampling berupa sedimen karbonat.

Berdasarkan metode penanggalan Ar - Ar, diketahui bahwa Intrusi Ertsberg berumur $2,67 \pm 0,03$ juta tahun lalu (Pollard dkk., 2005 dalam Gandler, 2006).



Gambar 1. Peta Geologi Distrik Erstberg (Sunyoto, 2015)

STRUKTUR GEOLOGI

Big Gossan merupakan bagian dari sayap lipatan sinklin *Yellow Valley* yang memiliki sumbu lipatan barat-laut - tenggara. Menurut Hefton (1995), Formasi Waripi pada Big Gossan telah diganggu oleh adanya *bedding plane fault* yang dibatasi oleh Batulempung Formasi Ekmai di bagian selatannya.

Berdasarkan Meinert (1997), Sesar Big Gossan terdapat pada batugamping Formasi Ekmai yang berada 100 m dari batulempung Formasi Ekmai.

Perlapisan yang tegak dan *overtuned* pada Formasi Ekmai dan Formasi Waripi disebabkan oleh adanya pergerakan dari Sesar Big Gossan yang memiliki arah jurus sesar (*strike*) sebesar 120° (Gambar 2). Zona *shear* pada Formasi Ekmai terbentuk sebelum masuknya larutan hidrotermal dan terbentuk *skarn* diopsid.

Akibat adanya pergerakan tersebut, memicu masuknya fluida hidrotermal dari Intrusi Ertsberg ke daerah penelitian yang menghasilkan proses alterasi hidrotermal dan mineralisasi yang cukup kompleks.

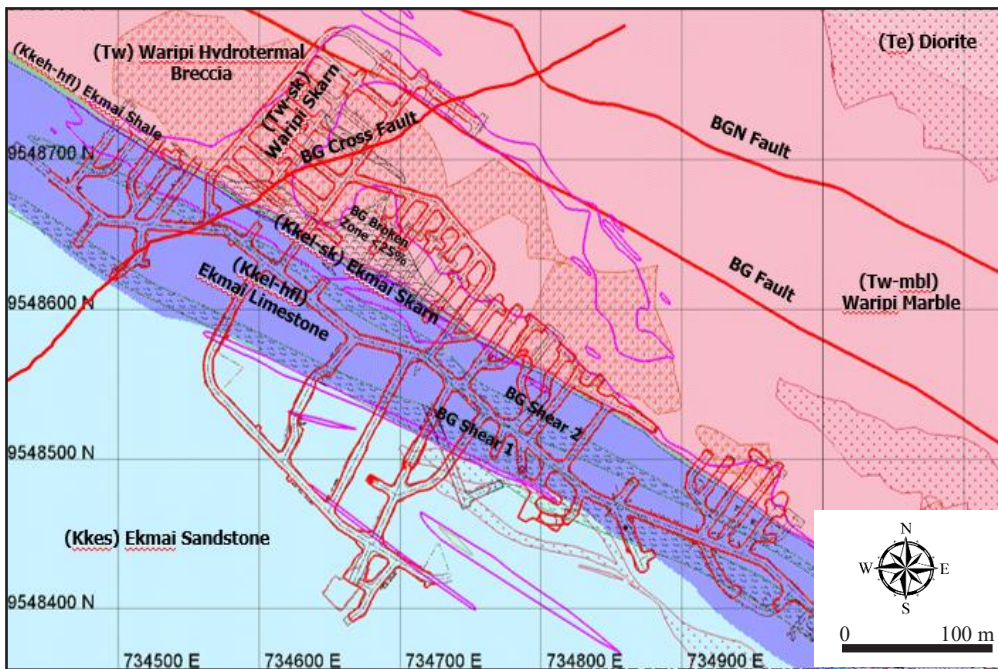
METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari pemetaan geologi dan alterasi serta analisis laboratorium meliputi analisis petrografi dan analisis mineragrafi. Pengambilan delapan contoh batuan untuk dianalisis petrografi dan mineragrafi yang diperoleh dari tambang bawah tanah kedalaman 2.600 mdpl dan 2.640 mdpl.

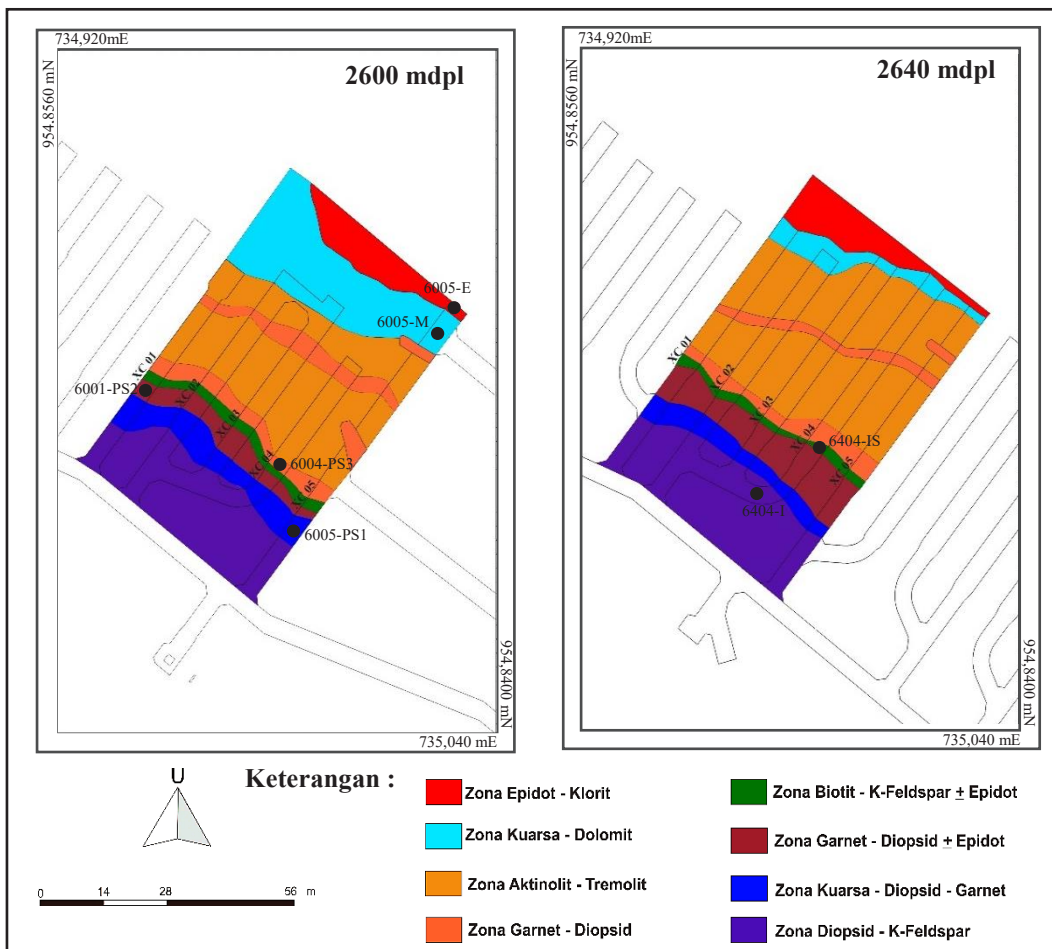
HASIL DAN PEMBAHASAN

Alterasi Daerah Penelitian

Berdasarkan asosiasi mineral alterasi yang diamati secara megaskopis dan mikroskopis, zona alterasi pada daerah penelitian terbagi menjadi delapan zona alterasi meliputi, (Gambar 3).



Gambar 2. Plan of view Big Gossan kedalaman 2.540 mdpl (Tim Geology UG Big Gossan, 2018)



Gambar 3. Peta zona alterasi cebakan Big Gossan di kedalaman 2.600 mdpl dan 2.640 mdpl

Zona Diopsid – K-Feldspar

Zona ini menempati 25% dari daerah penelitian. Memiliki warna kehijauan yang dicirikan oleh kehadiran mineral alterasi berupa diopsid, K-feldspar, klorit dan kalsedon. Kehadiran mineral kalsedon ditemukan sebagai urat-urat halus di beberapa lokasi. Mineral bijih yang hadir pada zona ini didominasi oleh kehadiran mineral pirit secara tersebar.

Pada zona ini memiliki intensitas alterasi sedang dengan proses alterasi *pervasive*. Kehadiran mineral K-feldspar dan urat kalsedon merupakan tahap awal dari fase pembentukan *skarn* yakni tahap isokimia *skarn* yang diakibatkan oleh adanya proses metamorfisme kontak (Corbett & Leach, 1997).

Pada tahap berikutnya, terjadi proses metasomatisme *skarn* yang mengakibatkan tergantikannya mineral karbonat oleh diopsid, lalu pada fase berikutnya mineral diopsid sebagian digantikan oleh mineral epidot dan klorit (Gambar 4).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Diopsid – K-feldspar terbentuk pada kisaran temperatur

>300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.

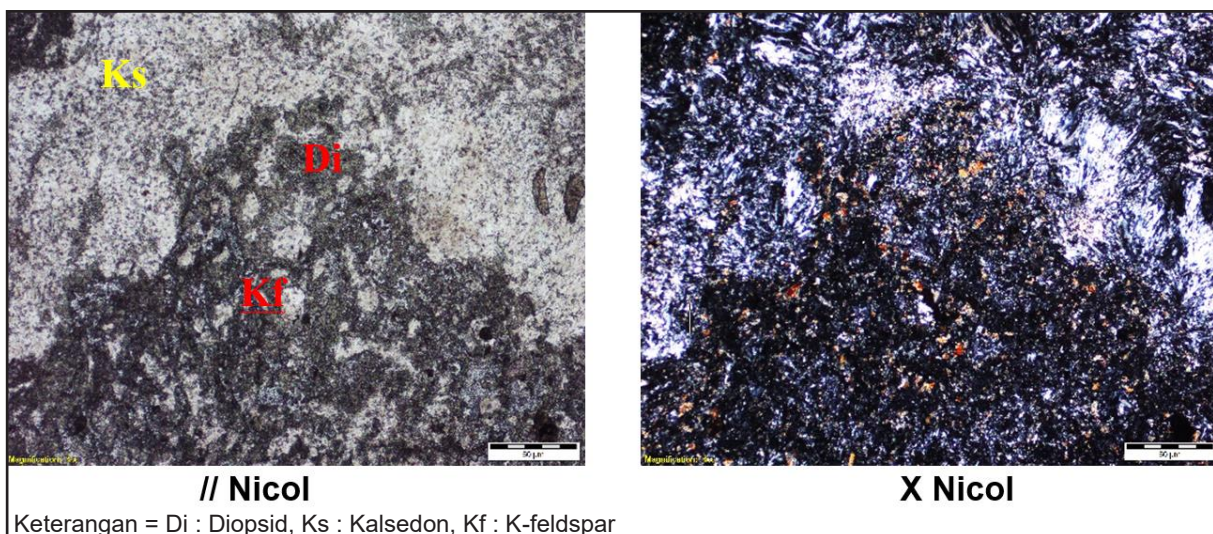
Zona Kuarsa – Diopsid – Garnet

Zona ini memiliki persebaran 15% dari daerah penelitian yang dicirikan oleh mineral kuarsa sekunder, diopsid, garnet, epidot dan klorit dengan intensitas alterasi sangat kuat dan proses alterasi berupa *pervasive*.

Mineral bijih pada zona ini terdiri atas mineral kalkopirit, pirit, magnetit dan sfalerit yang hadir secara tersebar.

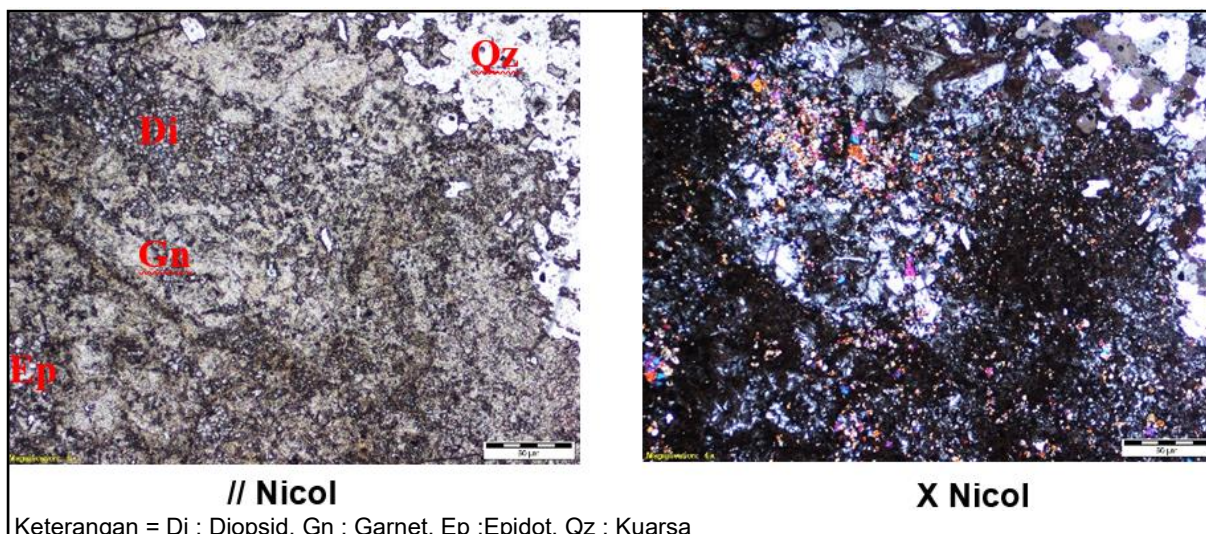
Kemunculan mineral kuarsa sekunder merupakan penciri adanya proses kontak metamorfisme di daerah penelitian (Corbett & Leach, 1997). Pada tahap berikutnya, hadir mineral berupa diopsid dan garnet yang dijumpai menggantikan mineral karbonat. Pada fase berikutnya, mineral diopsid dan garnet sebagian tergantikan oleh mineral epidot dan klorit (Gambar 5).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Kuarsa – Diopsid - Garnet terbentuk pada kisaran temperatur >300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.



Keterangan = Di : Diopsid, Ks : Kalsedon, Kf : K-feldspar

Gambar 4. Fotomikrografi 6404-I di Zona Diopsid – K-feldspar kedalaman 2.640 mdpl XC 04



Keterangan = Di : Diopsid, Gn : Garnet, Ep :Epidot, Qz : Kuarsa

Gambar 5. Fotomikrografi 6005-PS1 di Zona Kuarsa – Diopsid – Garnet kedalaman 2.600 mdpl XC 05

Zona Garnet – Diopsid ± Epidot

Zona ini menempati 12% dari daerah penelitian dengan komposisi mineral garnet, diopsid, epidot, tremolit dan anhidrit. Garnet yang hadir pada zona ini memiliki ukuran yang halus. Intensitas alterasi yang terjadi pada zona ini adalah sangat kuat dan proses alterasi yaitu *pervasive*. Mineral bijih yang hadir meliputi mineral kalkopirit, pirit, magnetit, hematit, galena dan sfalerit yang hadir secara tersebar dengan intensitas yang cukup tinggi.

Mineral kuarsa merupakan produk dari proses metamorfisme kontak antara fluida hidrotermal dengan batugamping. Pada fase selanjutnya, hadir mineral garnet dan diopsid yang merupakan hasil dari penggantian mineral karbonat, kemudian sebagian dari mineral garnet dan diopsid tergantikan oleh epidot, tremolit dan anhidrit (Gambar 6).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Garnet – Diopsid ± Epidot terbentuk pada kisaran temperatur > 300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.

Zona Biotit – K-feldspar + Epidot

Persebaran zona ini terdapat 3% dari daerah penelitian dengan karakteristik berwarna coklat didominasi oleh hadirnya mineral biotit, sedangkan yang berwarna abu - abu didominasi oleh K-feldspar. Mineral lain yang dijumpai berupa epidot dan garnet yang hadir secara tersebar maupun sebagai urat. Mineral diopsid dan garnet tidak terlalu dominan dibandingkan mineral lainnya. Kehadiran mineral bijih berupa kalkopirit, pirit, magnetit dan sfalerit yang terdapat secara tersebar dan sebagai urat dengan intensitas lemah. Intensitas alterasi pada zona ini adalah lemah dengan proses alterasi berupa *selectively pervasive*.

Tahap metamorfisme kontak pada zona ini ditandai dengan kehadiran mineral K-feldspar. Keterdapatannya mineral biotit dan garnet merupakan hasil dari fase berikutnya. Mineral garnet dijumpai menggantikan sebagian dari mineral karbonat. Kemudian pada fase akhir dicirikan oleh kehadiran mineral epidot baik hadir secara tersebar maupun sebagai urat (Gambar 7).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Biotit – K-feldspar ± Epidot terbentuk pada kisaran

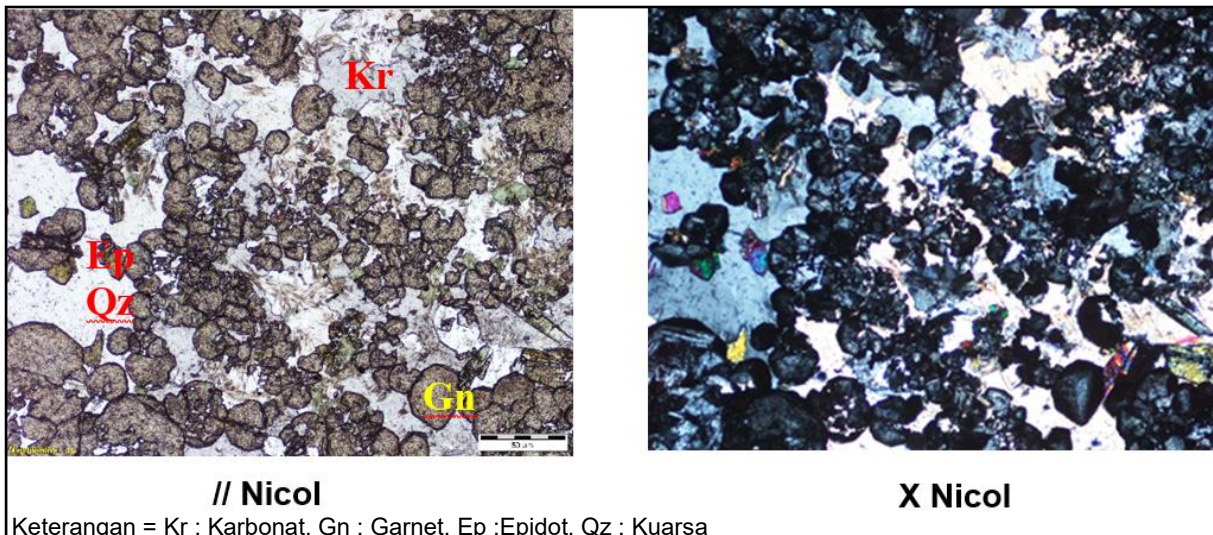
temperatur >300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.

Zona Garnet – Diopsid

Zona ini terdapat 10% dari daerah penelitian. Karakteristik dari zona ini memiliki warna kecoklatan, dijumpai mineral garnet, diopsid, kuarsa, epidot, dan anhidrit. Intensitas alterasi pada zona ini yaitu sangat kuat dan proses alterasi berupa *pervasive*. Mineral bijih pada zona ini meliputi mineral kalkopirit, pirit, magnetit, hematit, dan sfalerit yang hadir secara tersebar dengan intensitas yang cukup

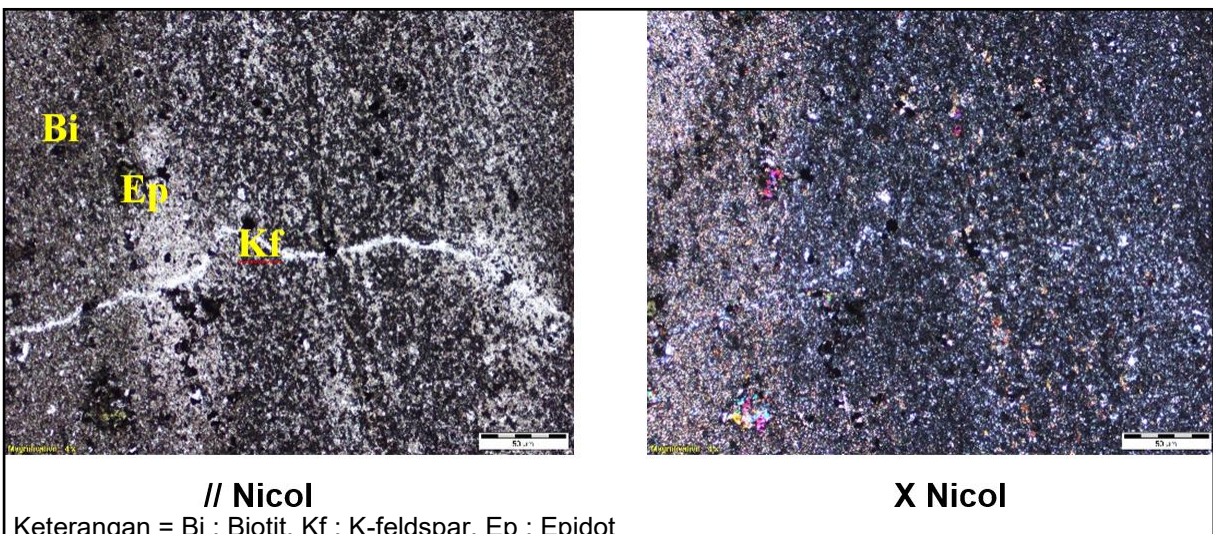
tinggi. Mineral yang hadir pada tahap isokimia *skarn* akibat adanya proses metamorfisme kontak adalah kuarsa. Pada fase berikutnya, terjadi penggantian mineral karbonat oleh garnet dan diopsid. Sebagian dari mineral diopsid digantikan oleh mineral epidot dan anhidrit di fase selanjutnya (Gambar 8).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Garnet – Diopsid terbentuk pada kisaran temperatur > 300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.



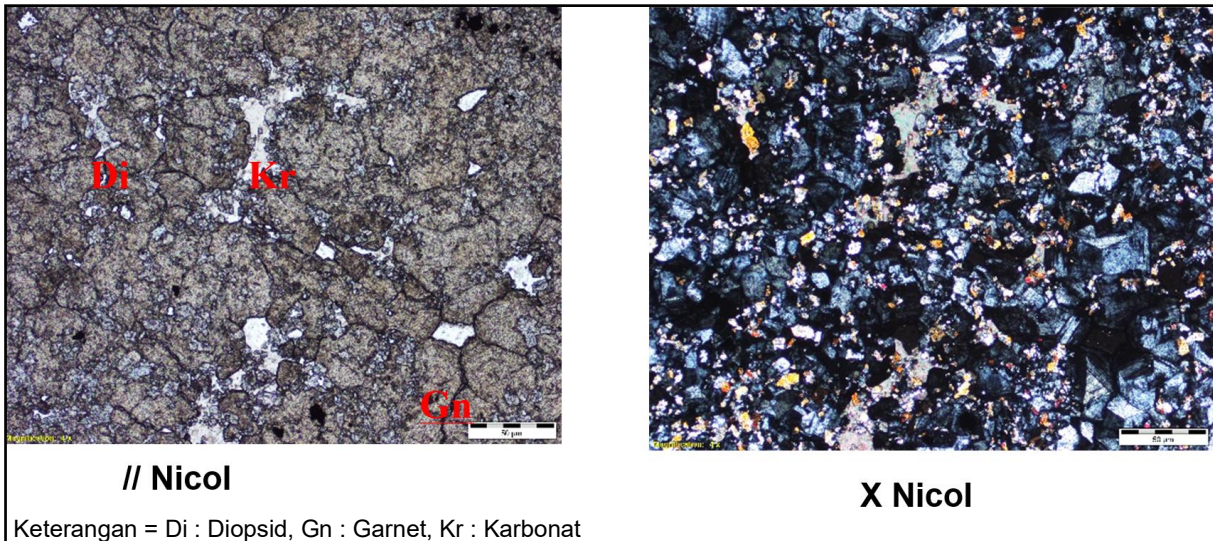
Keterangan = Kr : Karbonat, Gn : Garnet, Ep :Epidot, Qz : Kuarsa

Gambar 6. Fotomikrografi 6001-PS2 di Zona Garnet – Diopsid ± Epidot kedalaman 2.600 mdpl XC 01



Keterangan = Bi : Biotit, Kf : K-feldspar, Ep : Epidot

Gambar 7. Fotomikrografi 6404-IS di Zona Biotit – K-feldspar + Epidot kedalaman 2.640 mdpl XC 04



Keterangan = Di : Diopsid, Gn : Garnet, Kr : Karbonat

Gambar 8. Fotomikrografi 6004-PS3 di Zona Garnet – Diopsid kedalaman 2.600 mdpl XC 04

Zona Aktinolit – Tremolit

Zona ini menempati 25% dari daerah penelitian yang memiliki warna kehijauan dengan dicirikan oleh mineral aktinolit, tremolit, epidot, klorit, garnet, diopsid dan anhidrit. Intensitas alterasi yaitu sangat kuat dan proses alterasi berupa *pervasive*. Mineral bijih pada zona ini meliputi mineral kalkopirit, pirit, magnetit dan hematit yang hadir secara tersebar dengan intensitas sangat tinggi.

Pada zona ini nampak bahwa telah terjadi proses penggantian mineral pada mineral karbonat oleh mineral garnet dan diopsid. Kemudian proses selanjutnya mineral *hydrous* hampir menggantikan keseluruhan dari mineral garnet dan diopsid berupa mineral aktinolit, tremolit, klorit, epidot dan anhidrit.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Aktinolit - Tremolit terbentuk pada kisaran temperatur 280 °C hingga 300 °C, kondisi fluida memiliki kondisi pH relatif netral.

Zona Kuarsa – Dolomit

Zona ini menempati 8% dari daerah penelitian dengan warna putih kecoklatan, struktur non foliasi, *granulose*, heteroblastic (*saccharoidal* dan

granuloblastic), keras, sebagian telah berubah menjadi kristalin yang ditandai dengan hadirnya mineral kuarsa dan terdapat pula mineral karbonat, diopsid, flogopit, dan mineral magnetit yang hadir secara setempat dan sejajar perlapisan.

Zona Kuarsa - Dolomit merupakan zona kontak metamorfisme dengan Intrusi Ertzberg di daerah penelitian yang dicirikan oleh terubahnya batuan menjadi marmar.

Kemudian, proses alterasi dengan intensitas sangat lemah yang ditandai dengan kehadiran mineral diopsid yang menggantikan mineral karbonat. Pada fase berikutnya, sebagian dari mineral diopsid telah tergantikan oleh adanya mineral flogopit (Gambar 9).

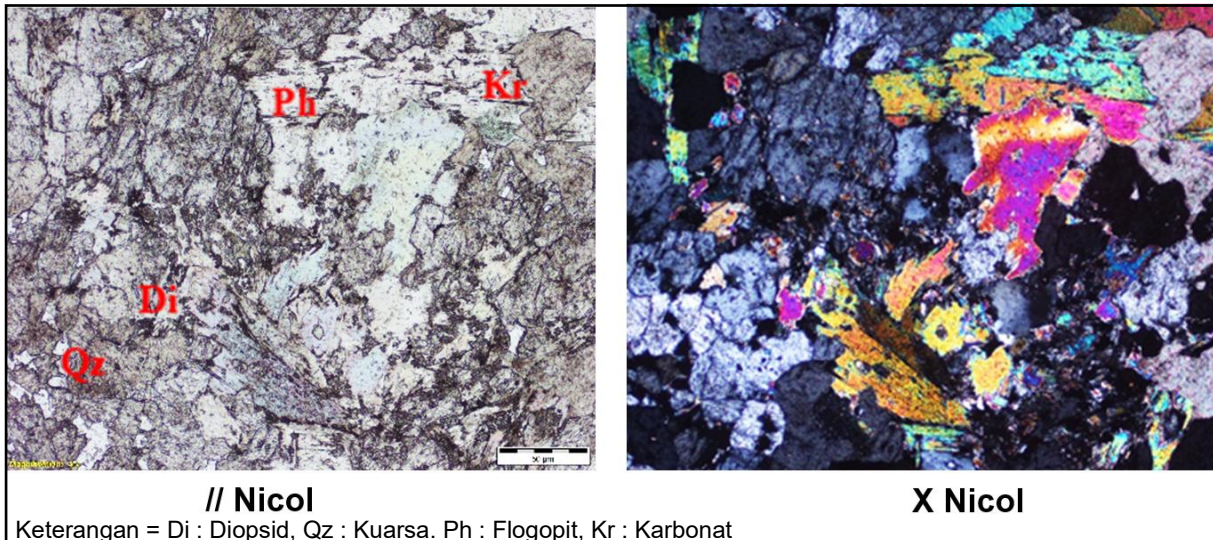
Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison, 1997), Zona Kuarsa - Dolomit terbentuk pada kisaran temperatur < 220 °C, kondisi fluida memiliki pH relatif netral.

Zona Epidot – Klorit

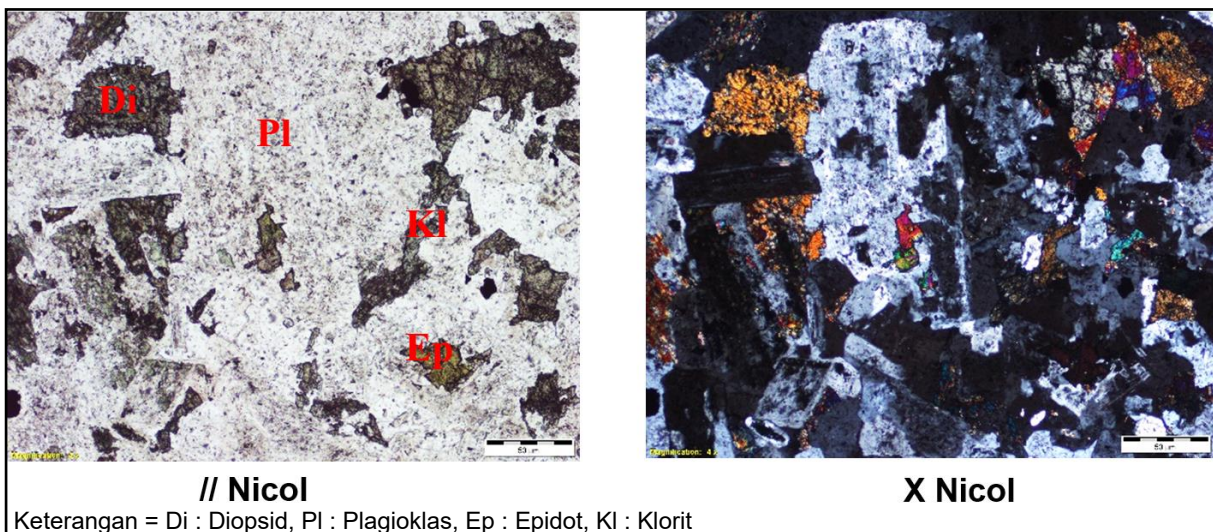
Zona terdapat 2% dari daerah penelitian memiliki karakteristik berwarna abu abu muda, mesokratik, porfiritik, inequigranular, struktur sill, hadir sejajar dengan perlapisan batuan, komposisi mineral teridentifikasi berupa feldspar, kuarsa, piroksen, klorit,

epidot. Kehadiran mineral epidot telah menggantikan sebagian mineral plagioklas dan K-feldspar, mineral klorit menggantikan sebagian mineral biotit dan plagioklas (Gambar 10).

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (Morrison,1997), Zona Epidot - Klorit terbentuk pada kisaran temperatur 240 °C hingga 320 °C, kondisi fluida memiliki kisaran pH relatif netral.



Gambar 9. Fotomikrografi 6005-M di Zona Kuarsa – Dolomit kedalaman 2.600 mdpl XC 05



Gambar 10. Fotomikrografi 6005-E di Zona Epidot – Klorit di kedalaman 2.600 mdpl XC 05

Mineralisasi Daerah Penelitian

Daerah penelitian terbagi menjadi lima zona mineralisasi berdasarkan kehadiran mineral bijih pada batuan secara megaskopis serta analisis mineragrafi, yaitu (Gambar 11) :

Zona Pirit

Zona Pirit hadir pada bagian barat daya daerah penelitian yang meliputi Zona Diopsid – K-feldspar. Kehadiran mineral pirit pada zona ini memiliki intensitas yang lemah dengan kehadiran secara tersebar.



Gambar 11. Peta zona mineralisasi cebakan Big Gossan di kedalaman 2.600 mdpl dan 2.640 mdpl

Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Sfererit

Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Sfererit hadir pada Zona Kuarsa – Diopsid - Garnet, Zona Biotit – K-feldspar ± Epidot, Zona Garnet - Diopsid.

Kehadiran mineral magnetit dan mineral sulfida hadir secara tersebar pada tubuh *skarn* dan setempat ditemukan sebagai urat. Intensitas kehadiran mineral sulfida yang tersebar lebih dominan dibandingkan hadir sebagai urat. Berdasarkan analisis mineragrafi, magnetit hadir pertama yang kemudian tergantikan sebagian oleh kalkopirit dan pirit, lalu kalkopirit tergantikan sebagian sebagian kecil oleh sfererit (Gambar 12 dan Gambar 13).

Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit – Galena – Sfererit

Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit – Galena – Sfererit terdapat pada Zona Garnet – Diopsid ± Epidot. Mineral magnetit, hematit serta mineral sulfida secara tersebar pada tubuh batuan *skarn*. Berdasarkan analisis mineragrafi, mineral magnetit digantikan oleh hematit yang

mengelilinginya serta sebagian telah tergantikan oleh mineral kalkopirit dan pirit. Kemudian pada fase selanjutnya mineral galena dan sfererit menggantikan sebagian kecil mineral kalkopirit.

Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit

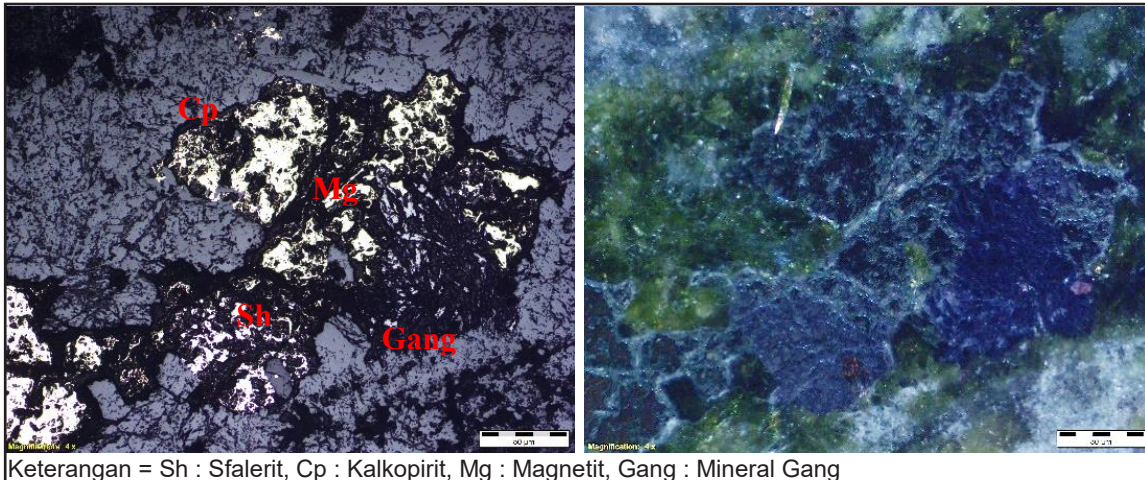
Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit terdapat pada Zona Aktinolit -Tremolit. Pada zona ini kehadiran mineral magnetit dan hematit serta mineral sulfida hadir secara tersebar pada tubuh batuan *skarn*. Berdasarkan analisis mineragrafi, kehadiran mineral magnetit tergantikan oleh hematit yang mengelilinginya serta sebagian magnetit juga tergantikan oleh mineral kalkopirit dan pirit (Gambar 14 dan Gambar 15).

Zona Magnetit – Hematit.

Zona Magnetit – Hematit menempati Zona Kuarsa - Dolomit yang memiliki kontak langsung dengan tubuh batuan beku Satuan Monzodiorit. Pada zona ini kehadiran mineral magnetit dan hematit hadir secara lokal dan setempat ditemukan sejajar perlapisan batuan.

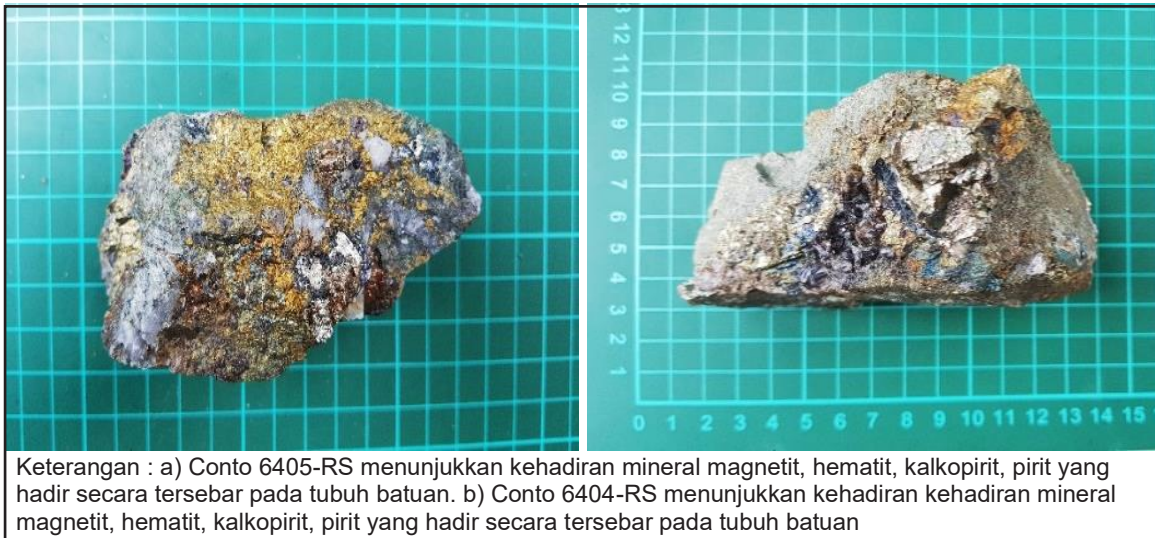


Gambar 12. Contoh mineralisasi kalkopirit – pirit – magnetit - sfererit



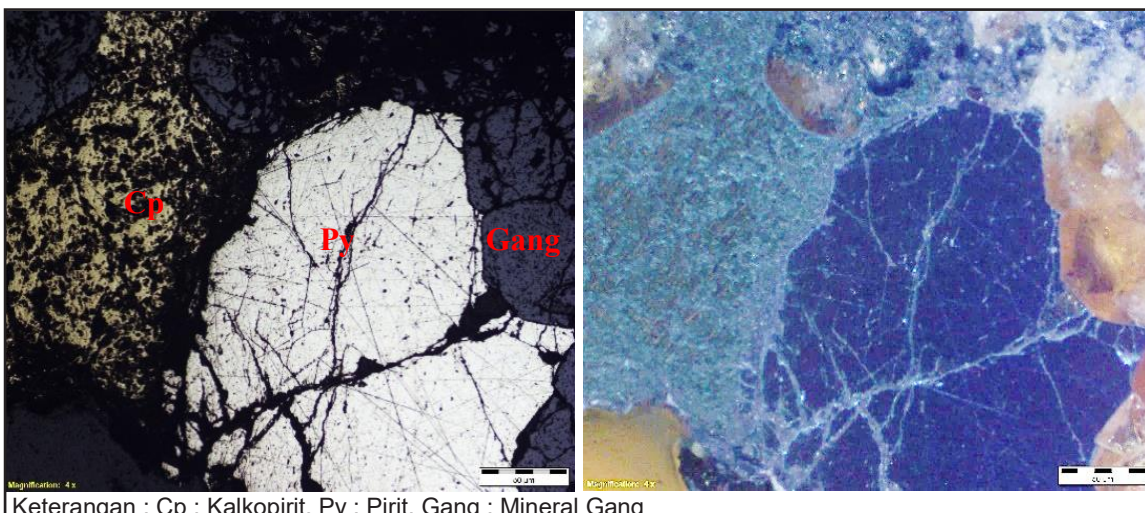
Keterangan = Sh : Sferit, Cp : Kalkopirit, Mg : Magnetit, Gang : Mineral Gang

Gambar 13. Kenampakan magnetit yang tergantikan oleh kalkopirit dan sebagian kalkopirit tergantikan oleh sfalerit pada conto batuan 6405-IS



Keterangan : a) Conto 6405-RS menunjukkan kehadiran mineral magnetit, hematit, kalkopirit, pirit yang hadir secara tersebar pada tubuh batuan. b) Conto 6404-RS menunjukkan kehadiran kehadiran mineral magnetit, hematit, kalkopirit, pirit yang hadir secara tersebar pada tubuh batuan

Gambar 14. Conto mineralisasi kalkopirit – pirit – magnetit - hematit



Keterangan : Cp : Kalkopirit, Py : Pirit, Gang : Mineral Gang

Gambar 15. Kenampakan sebagian kalkopirit tergantikan oleh pirit pada conto batuan 6404-RS

PEMBAHASAN

Proses magmatisme yang terjadi di Distrik Ertsberg pada 4,4 – 2,6 juta tahun lalu (Hefton, 1995) tepat pada bagian timur daerah penelitian yang menyebabkan hadirnya tubuh batuan beku sebagai *sill* di daerah penelitian. Kehadiran tubuh batuan beku monzodiorit tersebut menyebabkan adanya transfer panas terhadap batuan samping disebut dengan proses metamorfisme kontak. Menurut Meinert (1997), jalur fluida yang mengubah batuan pada daerah penelitian melalui kontak antara Formasi Ekmai dan Formasi Waripi. Hasil dari adanya metamorfisme kontak tersebut menyebabkan batuan di daerah penelitian termetamorfkan, meliputi batulempung menjadi hornfels, batupasir menjadi metasedimen dan batugamping menjadi marmer. Akibat adanya proses tersebut menghasilkan adanya Zona Biotit – K-Feldspar ± Epidot dan Zona Kuarsa – Dolomit.

Pada fase berikutnya, kembali terjadi proses magmatisme yang menghasilkan fluida hidrotermal. Fluida hidrotermal tersebut masuk melalui kontak antara Formasi Ekmai dan Formasi Waripi. Hasil dari proses tersebut menghasilkan mineral tahap *prograde skarn* seperti garnet dan diopsid. Hal ini dapat ditunjukkan pada zona alterasi yang memiliki jarak terdekat dengan jalur fluida tersebut seperti Zona Garnet – Diopsid, Zona Garnet – Diopsid ± Epidot dan Zona Kuarsa – Diopsid ± Epidot.

Pada bagian tubuh intrusi monzodiorit, fluida hidrotermal juga masuk melalui rekahan akibat pendinginan dan mengubah batuan tersebut menjadi *endoskarn* dan proses mineralisasi mulai terjadi yang dicirikan oleh terendapkannya mineral bijih berupa mineral magnetit dan hematit. Hal ini dicirikan oleh zona mineralisasi pada fase *prograde skarn* yaitu Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Sfalerit, Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit – Sfalerit – Galena.

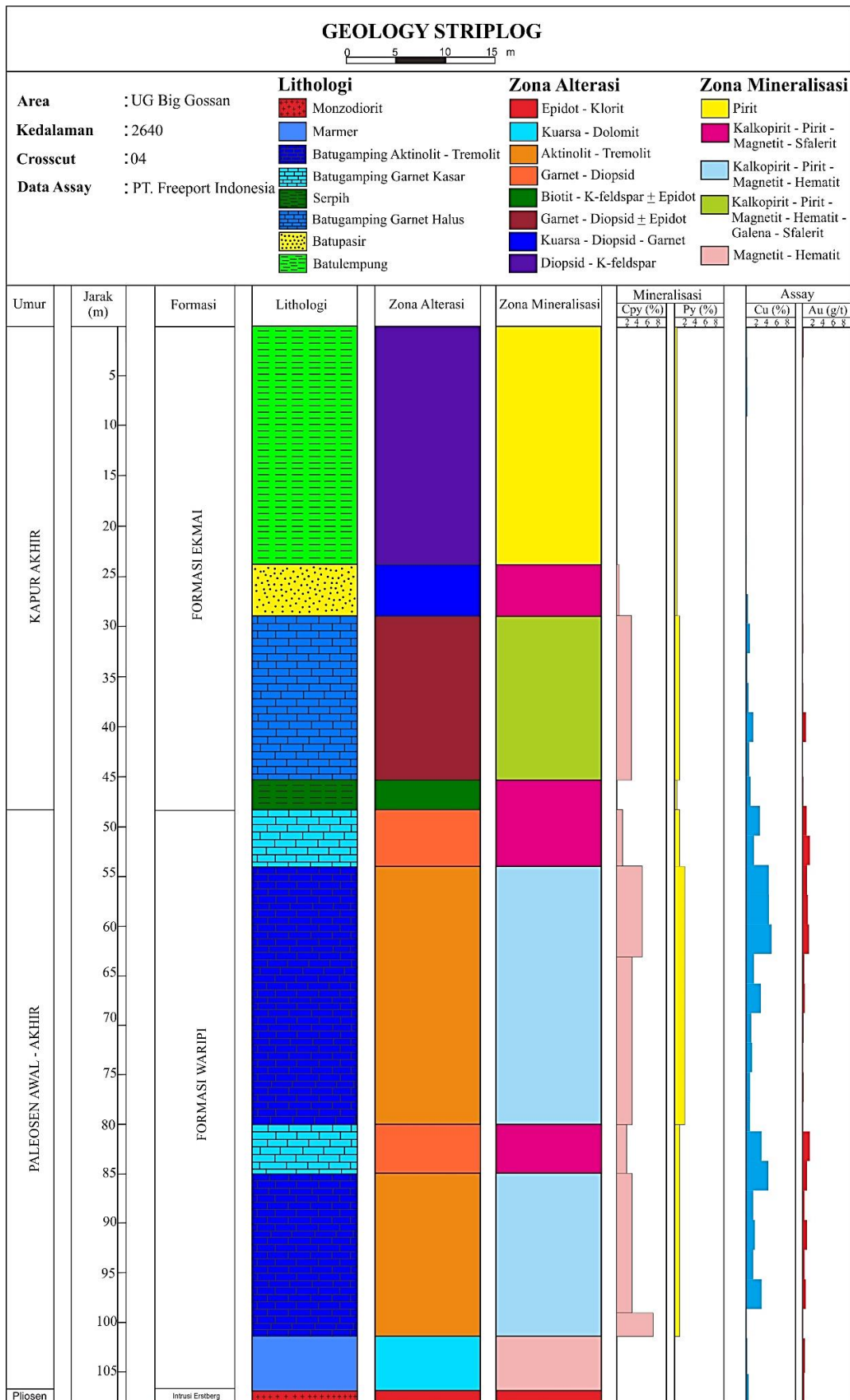
Fase mineralisasi awal dicirikan oleh kehadiran mineral magnetit yang kemudian tergantikan oleh mineral sulfida berupa mineral kalkopirit, pirit. Pada fase berikutnya kalkopirit tergantikan oleh galena dan sfalerit. Selanjutnya pada fase oksidasi terbentuk hematit. Mineralisasi pada zona ini memiliki presentase kehadiran mineral sulfida yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan jarak sumber fluida terhadap zona ini tidak terlalu jauh.

Semakin menjauhi sumber fluida mengakibatkan terjadinya evolusi magma dan penurunan temperatur. Hal ini menghasilkan mineral tahap *retrograde skarn* yang dicirikan oleh kelompok mineral *hydrous* seperti tremolit, aktinolit, epidot, klorit, anhidrit dan gipsum. Tahap ini dapat terlihat pada Zona Tremolit – Aktinolit.

Pada tahap *retrograde skarn* diperkaya oleh masuknya air meteorik, sehingga penyebaran mineral *hydrous* sangat luas dan ditemukan pada zona – zona *prograde skarn*. Pada tahap ini kehadiran mineral sulfida memiliki presentase yang lebih tinggi dibandingkan pada fase *prograde skarn*. Hal ini terjadi karena efektivitas terendapkan mineral bijih terjadi saat proses penurunan temperatur. Mineral bijih pada fase ini dicirikan oleh Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit.

Mineralisasi pada fase ini diawali oleh kehadiran mineral magnetit yang kemudian tergantikan oleh kalkopirit dan pirit. Pada fase oksidasi mulai hadir hematit yang menggantikan magnetit.

Keterdapatannya unsur Cu dan Au dengan intensitas tinggi terdapat pada Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Hematit dan Zona Kalkopirit – Pirit – Magnetit – Sfalerit (Gambar 16). Kadar unsur Cu dan Au pada zona tersebut di kedalaman 2.640 mdpl lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 2.600 mdpl.



Gambar 16. Geologi *striplog* cebakan Big Gossan kedalaman 2.600 mdpl XC 04

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis petrologi dan petrografi, asosiasi mineral yang hadir akibat adanya proses metamorfisme kontak pada fase isokimia *skarn* adalah kuarsa, kalsedon dan k-feldspar.

Selanjutnya, fluida hidrotermal menyebabkan adanya proses metasomatisme *skarn* yang menggantikan mineral karbonat oleh garnet dan diopsid yang disebut sebagai tahap *prograde skarn*. Semakin menjauhi dari sumbernya, terjadi proses *retrograde skarn* yang diakibatkan oleh adanya evolusi dari fluida hidrotermal sehingga terjadinya penurunan temperatur dan diperkaya oleh masuknya air meteorik sehingga menghasilkan asosiasi mineral *hydrous* berupa aktinolit, tremolit, epidot, klorit, anhidrit dan gipsum.

Tahap mineralisasi mulai terjadi saat fase *prograde skarn* yang dicirikan oleh kehadiran mineral magnetit, kalkopirit, pirit, galena dan sfalerit. Sedangkan pada fase *retrograde skarn*, hanya dijumpai berupa mineral magnetit, kalkopirit dan pirit. Selanjutnya, pada fase oksidasi terbentuk mineral hematit.

Persebaran zona alterasi dan mineralisasi menunjukkan arah barat laut – tenggara, dikontrol oleh arah perlapisan batuan dan Sesar Big Gossan yang memiliki kesamaan arah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Freeport Indonesia yang telah memberikan izin serta membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian serta kepada semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018, *Laporan Pemutakhiran Neraca Sumber Daya Mineral Logam Tahun 2018*, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Badan Geologi, Bandung.
- Cloos, M., Sapiie, B., Van Ufford, A. Q., Weiland, R. J., Warren, P. Q., and McMahan, T. P., 2005, *Collisional delamination in New Guinea: The geotectonics of subsiding slab breakoff*. Geology Society of America, Special Paper 400, h. 1 – 45.
- Corbett, G. J. and Leach, T. M., 1997, *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization*. Short Course Manual.
- Gandler, L. M., 2006, *Calc-silicate Alteration and Cu-Au Mineralization of The Deep MLZ Skarn, Ertzberg District, Papua, Indonesia*. The University of Texas at Austin.
- Hefton K. K. , MacDonald G. D., Arnold L. C., Schappert A. L., and Ona A., 1995, *Copper-gold deposits of the Ertzberg (Gunung Bijih) Mining District, Irian Jaya, in Exploring the Tropics: Geology and Copper-Gold Deposits of the Ertzberg (Gunung Bijih) Mining District, Irian Jaya, Indonesia*. Mayes D. & Pollard P., eds, EGRU Contribution, 53, 1-43.
- Meinert, L D et al., 1997, *Geology, Zonation, and Fluid Evolution of the Big Gossan Cu-Au Skarn Deposit, Ertzberg District, Irian Jaya*. Society of Economic Geologists, Economic Geology, v.92. pp. 509-534.
- Meinert, L. D., 1992, *Skarns and Skarns Deposits*. Geoscience Canada, v. 19, pp. 145 – 162.
- Morrison, Kingston., 1995, *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*. Geothermal and Mineral Services Divison, Kingston Morrison Limited.

- Pollard, P. J., Taylor, R. G., and Peters, L., 2005, *Ages of Intrusion, Alteration, and Mineralization at The Grasberg Cu-Au Deposit, Papua, Indonesia*. Society of Economic Geologists, Economic Geology, v. 100, pp. 1005-1020.
- Robinson. G. P., Ryburn, R. J., Tobing, S. L., and Achdan, A. 1988, *Steenkool (Wasior) - Kaimana 1:250,000 Sheet Area Geological Data Record: Irian Jaya Geological Mapping Project, Geological Research and Development Centre, Indonesia in Cooperation With The Bureau Of Mineral Resources*. Australia on behalf of the Department of Mines and Energy, Indonesia and the Australian Development Assistance Bureau, 153 p.
- Sunyoto, W., MacDonald, G., and De Jong, G., 2015, *From Discovery to Inventory – PT Freeport Indonesia Story in Papua Province, Indonesia*. HAGI-IAGI-IAFMIIATMI Joint Convention, Balikpapan, 2 - 4 October 2015.
- Ufford, A. I. Q., 1996, *Stratigraphy, Structural Geology, and Tectonics of Young Forearc-continent Collision, Western Central Range, Irian Jaya (Western New Guinea), Indonesia*. Dissertation, The University of Texas, Austin.

Diterima	: 17 Mei 2019
Direvisi	: 12 Juni 2019
Disetujui	: 19 Agustus 2019