

KETERDAPATAN ALTERASI HIDROTERMAL PADA DAERAH WASEGI (SP3) DAN SEKITARNYA DISTRIK PRAFI KABUPATEN MANOKWARI PROPINSI PAPUA BARAT

Ailin Anastasia Yarangga

Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan
Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari
Email: yaranggaailin@gmail.com

Abstract

The geology of Papua promises the availability of various metal minerals. This is because the island of Papua was formed by the convergency of two plates namely the Australian and Pacific Plates which forms subduction zones. The occurrence of tectonic activities has allowed mineral and coal commodities to be appeared upwards to the surface. The purpose of this research is to find out the alteration processes that develop in the study area. The aim is to determine the hydrothermal alteration zonation in the Wasegi and its surrounding areas. Based on field observations, petrographic analysis, and XRD analysis, the alteration that is continuously occurred in the study area is classified into two zones, namely propylitic alteration zones and silicic / silicified alteration zones. Alteration in this study area is also controlled by carrier lithology. Lithology that carries alteration is originated from diorite, while rocks that act as wallrock are schist. Both roles, burly structures and lithology, greatly influence the process of hydrothermal alteration formation since they are solid as the space where fluid is filled, and lithology as a carrier of hydrothermal liquid acts as a main factor in the alteration process.

Keywords: *Geology, Wasegi, Alteration, Hydrothermal*

Abstrak

Geologi Papua menjanjikan ketersediaan berbagai mineral logam, hal ini dikarenakan Pulau Papua terbentuk akibat adanya pertemuan dua lempeng yaitu Lempeng Australia dan Pasifik yang membentuk zona subduksi. Dengan terjadinya kegiatan tektonik berupa pengangkatan memungkinkan komoditas mineral dan batubara terangkat lebih dekat ke permukaan. Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui proses-proses alterasi yang berkembang pada daerah penelitian. Tujuannya untuk mengetahui zonasi alterasi hidrotermal pada daerah Wasegi dan sekitarnya. Berdasarkan pengamatan lapangan, analisis petrografi, dan analisis XRD alterasi yang berkembang di daerah penelitian terbagi menjadi dua zona alterasi yaitu zona alterasi propilitik dan zona alterasi silisik/silisifikasi. Alterasi pada daerah penelitian ini juga dikontrol oleh litologi pembawa, litologi yang membawa alterasi berasal dari diorit sedangkan batuan yang berperan sebagai wallrock adalah sekis. Kedua peran antara struktur kekar dan litologi sangat mempengaruhi proses terbentuknya alterasi hidrotermal, karena kekar sebagai ruang tempat terisi fluida, dan litologi sebagai pembawa dari larutan hidrotermal yang berperan sebagai faktor dalam proses alterasi.

Kata kunci: Geologi, Wasegi, Alterasi, Hidrotermal

PENDAHULUAN

Kondisi geologi Papua sangat menjanjikan untuk terdapatnya berbagai mineral logam, hal ini dikarenakan propinsi Papua yang terbentuk akibat adanya pertemuan 2 lempeng yaitu: Australia dan Pasifik yang membentuk zona subduksi. Dengan terjadinya kegiatan tektonik berupa pengangkatan memungkinkan bahan-bahan tambang terangkat lebih dekat ke permukaan.

Selain itu adanya proses magmatisme pada Kala pra – Tersier juga menjadikan daerah ini kaya akan bahan tambang, daerah penelitian merupakan salah satu daerah di Papua yang batuan dasarnya tersingkap dipermukaan. Dengan dilatarbelakangi hal tersebut maka penulis ingin mengetahui alterasi hidrotermal yang terdapat di daerah penelitian.

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui proses-proses alterasi yang berkembang pada daerah penelitian. Sedangkan yang menjadi tujuan diangkatnya masalah ini yaitu untuk mengetahui zonasi alterasi hidrotermal pada daerah Wasegi dan sekitarnya dengan harapan dapat memberikan informasi dan manfaat kepada pemerintah daerah dan masyarakat setempat mengenai indikasi keterdapatannya mineral-mineral yang memiliki nilai ekonomis atau mineral-mineral logam berdasarkan kandungan mineral-mineral alterasi yang dijumpai pada daerah penelitian.

LOKASI PENELITIAN

Secara administratif daerah penelitian berada di daerah Wasegi (SP3), Distrik Prafi Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat dan secara geografis berada pada 0°54'00"-0°57'30"LS dan 133°45'30" - 133°50'30"BT.

GEOLOGI REGIONAL

Pada geologi regional lembar Manokwari, Manokwari meliputi lima mandala geologi yaitu Bongkah (Blok) Kemum, Bongkah Tamrau, Bongkah Arfak, Sistem sesar Sorong dan Ransiki.

Ada bagian tertentu dari mandala itu yang tertutup endapan aluvium dan litoral kuartar dataran Arfak. Bongkah Kemum terbentuk oleh Formasi Kemum (SDk) yang berumur silur hingga Devon berupa endapan malih derajat rendah hingga menengah, di utara bongkah itu dibatasi sesar Sorong dan Ransiki. Batuan endapan malih meliputi tubuh yang nampak memanjang, granitoid pejal, terdaunkan dan terabak. Di tempat yang terpetakan, tubuh batuan itu digolongkan ke dalam Granodiorit Wariki (TRw), yang sebagian besar berumur trias.

Batuan Bongkah Tamrau meluas dari Mar ke bagian Manokwari yang paling barat sebagai Formasi Tamrau (JKt) sesuai dengan kesamaannya di Mar (Pieter dkk., 1982). Satuan ini boleh jadi terdiri dari batuan klastika silika berbutir halus dengan umur yang berkisar dari Jura Tengah hingga Kapur Akhir. Di bagian barat ada bukit berbentuk sarang lebah, yang berkembang pada teras atau sumbat gunungapi dan tersusun dari breksi andesit, andesit berangan (Tqbe). Batuan ini mungkin memotong Formasi Tamrau, tetapi hubungan sentuhan terkubur oleh aluvium. Morfologi dengan sisipan batuan gunungapi dalam Formasi Befoor di Ransiki (Pieter dkk, dalam percetakan) dan dengan retas andesit berumur 2,23 dan 2,92 juta tahun umur satuan ini adalah Pli – Pliosen.

Bongkah Arfak meliputi dua satuan. Yang lebih tua adalah batuan gunungapi dan piroklastika, lava, dan batuan terobosan bersusun menengah hingga basa. Batugamping Maruni (Tmma) merupakan satuan atas dari bongkah Arfak. Walaupun sentuhannya dengan batuan lebih tua hilang di Manokwari, satuan itu sebagian selaras dan sebagian tak selaras menindih batuan gunungapi Arfak jauh di selatan Ransiki (Pieter dkk, dalam percetakan). Satuan ini tersusun dari karbonat berbutir halus, yang mengandung foraminifera berumur Miosen Awal hingga Miosen Tengah. Secara regional batugamping yang dijumpai di wilayah Maruni masuk kedalam batugamping Formasi Maruni (Ratman,1989).

Sistem sesar Sorong dan Ransiki adalah ketidaksinambungan kerak bumi yang mewilayah, yang masing – masing mengikuti arah ke barat dan utara – barat laut. Kedua struktur itu bersambung di Manokwari lewat endapan sesar yang terlenkungkan. Di Manokwari bagian barat sistem sesar Sorong meliputi bancuh tak terpisah-pisahkan (SFx), batuanya terdiri dari klastika silikat gampingan dan tak gampingan yang tersesarkan dan setempat terabak kuat, dan batugamping mengandung kepingan tektonik berupa batuan malihan dan granit yang tak lazim. Amonit dan foraminifera yang dikumpulkan dari batuan endapan di Mar bagian timur memperlihatkan bahwa fosil tersebut terkumpul sejak akhir Kapur hingga Miosen Tengah.

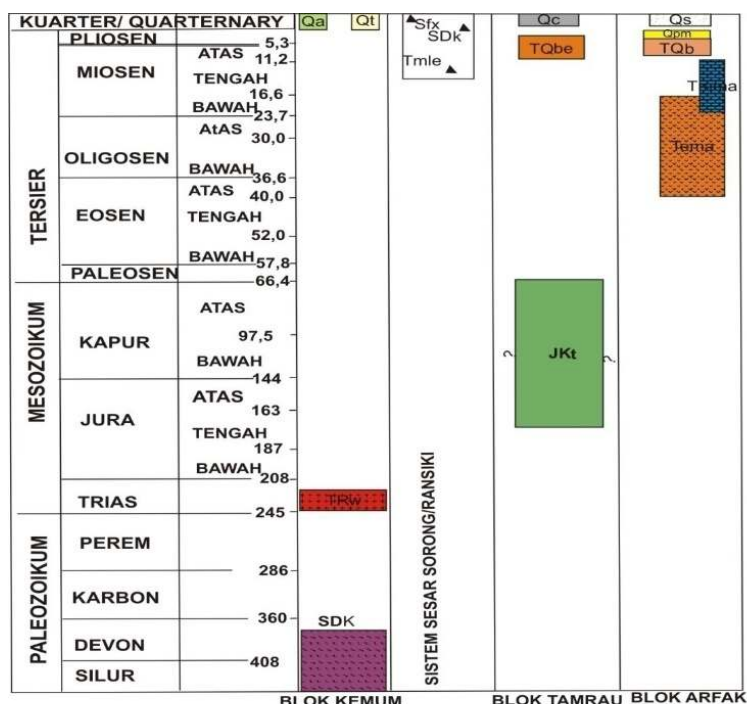
Diorit Lembai (Tmle) muncul sebagai tubuh menganta yang umumnya terabak sangat kuat, terubah dan berurat, umur terobosannya Miosen Tengah, secara regional intrusi diorit ini terdapat pada daerah Wasegi masuk kedalam Formasi diorit Lembai (Robinson dan Ratman,1978).

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Mar, Ransiki dan Manokwari (Pieters dan Hartono 1989), struktur geologi yang dapat diketahui adalah : struktur sesar dan perlipatan.

Sesar utama yang ada di wilayah Manokwari (Kepala Burung) adalah sistem sesar Sorong berarah relatif barat – timur, sistem sesar Ransiki berarah utara – barat daya dan sistem sesar Wondama berarah relatif utara – selatan. Sistem sesar yang ada selain mengontrol bentuk daerah Kepala Burung juga mengontrol arah sebaran batuan-batuan tertentu, membentuk pulau-pulau kecil dan selat, dicirikan dengan adanya pelurusan-

pelurusan. Selain sesar Sorong dan Ransiki yang merupakan sesar utama yang mengontrol stratigafi batuan-batuan tertentu juga terdapat banyak sesar kecil.

Banyak ditemukan pada Formasi Steenkol yaitu pada bagian selatan lembar Ransiki berarah umum barat laut – timur tenggara dan hampir utara selatan pada Formasi Klasafet. Struktur perlipatan banyak terjadi pada pengendapan bagian cekungan Bintuni (pada bagian Struktur lipatan terutama sangat berpotensi bagi cebakan minyak bumi (pada bagian selatan) dan Mandala Kepala Burung bagian tengah terjadi sekitar Mio – Pilosen.



KETERANGAN :

- Qs Hancuran Tanah Longsor
- Qa Endapan Aluvium dan Litoral
- Qt Endapan Undak Aluvium
- Qc Terumbu Karang Terangkat
- Qpm Formasi Manokwari
- TQb Formasi Befoor
- SFX Bancuh Tak Terpisah di dalam Sistem Sesar Sorong
- Tmie Diorit Lembai
- Tama Batugamping Maruni
- Tema Batuan Gunungapi
- Jkt Formasi Tamrau
- TRw Granodiorit Wariki
- SDK Formasi Kemum

Gambar 1. Kolom Stratigrafi Regional (Robinson, dkk 1978)

TINJAUAN PUSTAKA

Alterasi Hidrotermal

Bateman (1956), menyatakan bahwa larutan hidrotermal adalah suatu cairan atau fluida yang panas, kemudian bergerak naik ke atas dengan membawa komponen-komponen mineral logam, fluida ini merupakan larutan sisa yang dihasilkan pada proses pembekuan magma. Alterasi dan mineralisasi adalah suatu bentuk perubahan komposisi pada batuan baik itu kimia, fisika ataupun mineralogi sebagai akibat pengaruh cairan hidrotermal pada batuan, perubahan yang terjadi dapat berupa rekristalisasi, penambahan mineral baru, larutnya mineral yang telah ada, penyusunan kembali komponen kimia-nya atau perubahan sifat fisik seperti permeabilitas dan porositas batuan (Pirajno, 1992).

Alterasi dan mineralisasi bisa juga termasuk dalam proses pergantian unsur-unsur tertentu dari mineral yang ada pada batuan dinding digantikan oleh unsur lain yang berasal dari larutan hidrotermal sehingga menjadi lebih stabil. Proses ini berlangsung dengan cara pertukaran ion dan tidak melalui proses pelarutan total, artinya tidak semua unsur penyusun mineral yang digantikan melainkan hanya unsur-unsur tertentu saja. Alterasi hidrotermal merupakan proses yang kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, tekstur, dan hasil interaksi fluida dengan batuan yang dilewatinya. Perubahan-perubahan tersebut akan bergantung pada karakter batuan dinding, karakter fluida (Eh, pH), kondisi tekanan maupun temperatur pada saat reaksi berlangsung, konsentrasi, serta lama aktifitas hidrotermal. Walaupun faktor-faktor di atas saling terkait, tetapi temperatur dan kimia fluida kemungkinan merupakan faktor yang paling berpengaruh pada proses alterasi hidrotermal.

Menurut Corbett dan Leach (1996), faktor yang mempengaruhi proses alterasi hidrotermal adalah sebagai berikut:

a. Temperatur dan tekanan

Peningkatan suhu membentuk mineral yang terhidrasi lebih stabil, suhu juga berpengaruh terhadap tingkat kristalinitas mineral, pada suhu yang lebih tinggi akan membentuk suatu mineral menjadi lebih kristalin, menurut White (1996), kondisi suhu dengan tekanan dapat dideterminasi berdasarkan tipe alterasi yang terbentuk. Temperatur dan tekanan juga berpengaruh terhadap kemampuan larutan hidrotermal untuk bergerak, bereaksi dan berdifusi, melarutkan serta membawa bahan-

bahan yang akan bereaksi dengan batuan samping.

b. Permeabilitas

Permeabilitas akan menjadi lebih besar pada kondisi batuan yang terekahkan serta pada batuan yang berpermeabilitas tinggi hal tersebut akan mempermudah pergerakan fluida yang selanjutnya akan memperbanyak kontak reaksi antara fluida dengan batuan.

c. Komposisi kimia dan konsentrasi larutan hidrotermal

Komposisi kimia dan konsentrasi larutan panas yang bergerak, bereaksi dan berdifusi memiliki pH yang berbeda-beda sehingga banyak mengandung klorida dan sulfida, konsentrasi encer sehingga memudahkan untuk bergerak.

d. Komposisi batuan samping

Komposisi batuan samping sangat berpengaruh terhadap penerimaan bahan larutan hidrotermal sehingga memungkinkan terjadinya alterasi.

Pada kesetimbangan tertentu, proses hidrotermal akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral (*mineral assemblage*) (Corbett & Leach, 1996). Secara umum himpunan mineral tertentu akan mencerminkan tipe alterasinya.

Tipe Endapan Hidrotermal

Berdasarkan jauh dekat terjadinya proses alterasi hidrotermal, serta temperatur dan tekanan pada saat terbentuknya mineral-mineral, Lingrend (1983) dan Bateman (1956) membagi tiga golongan alterasi hidrotermal, yaitu:

1. Endapan Hipotermal dengan ciri sebagai berikut:

- a. Endapan berasosiasi dengan dike (korok) atau *vein* (urat) dengan kedalaman yang besar.
- b. *Wall Rock Alteration*, dicirikan oleh adanya *replacement* yang kuat dengan asosiasi mineral albit, biotit, kalsit, pirit, kalkopirit, kasiterit, emas, hornblende, plagioklas, dan kuarsa.
- c. Asosiasi mineral sulfida dan oksida pada intrusi granit sering diikuti pembentukan mineral logam, yaitu Au, Pb, Sn, dan Zn.
- d. Tekanan dan temperatur relatif paling tinggi yaitu 500°C – 600°C.
- e. Merupakan jebakan hidrotermal paling dalam.

2. Endapan mesotermal mempunyai ciri-ciri:

- a. Endapan berupa *cavity filling* dan kadang-kadang mengalami proses *replacement* dan pengkayaan.
 - b. Asosiasi mineral klorit, emas, serisit, kalsit, pirit, kuarsa.
 - c. Asosiasi mineral sulfida dan oksida batuan beku asam dan batuan beku basa dekat dengan permukaan.
 - d. Tekanan dan temperatur medium, yaitu 300°C – 372°C.
 - e. Terletak di atas hipotermal.
3. Endapan epitermal mempunyai ciri-ciri:
- a. Endapan dekat dengan permukaan dan *replacement* tidak pernah dijumpai.
 - b. Asosiasi mineral kalsit, klorit, kalkopirit, dolomit, emas, kaolin, muskovit, zeolit, dan kuarsa.
 - c. Asosiasi mineral logam (Au dan Ag) dengan mineral *gangue*.
 - d. Tekanan dan temperatur rendah yaitu 50°C – 300°C.

Proses Alterasi Hidrotermal

Proses alterasi hidrotermal akan tergantung daripada kondisi-kondisi geologi zona jebakan, antara lain aspek fisik, kimia, dan temperatur baik dari pengaruh larutan magma maupun dari pengaruh-pengaruh luar lainnya. Proses-proses alterasi hidrotermal tersebut antara lain Kaolinisasi, Serisitisasi, Silisifikasi, Propilitisasi dan Saussuritisasi.

1. Kaolinisasi

Menurut Reyes dan Watson (1958) bahwa alkali feldspar dan plagioklas asam dapat berubah menjadi mineral kaolin karena proses pelapukan yang intensif dan disertai dengan penggantian unsur K secara sempurna.

Kaolin dapat pula terjadi di bawah kondisi hidrotermal. Pada ortoklas, mineral kaolin akan terlihat seperti kabut, sedangkan pada plagioklas asam kaolin akan terlihat seperti bintik-bintik dalam satu warna. Kaolinisasi terjadi karena pengaruh larutan sisa magma dan dapat pula terjadi karena sirkulasi vertikal ataupun lateral dari air permukaan.

2. Serisitisasi

Menurut Reyes dan Watson (1958), proses pelapukan mineral feldspar teralterasi menjadi serisit. Proses ini disebabkan oleh larutan sisa magma dan gas air permukaan yang mengandung gas CO. Pada umumnya proses serisitisasi terjadi pada daerah dekat dengan *vein* dan dekat dengan sumber panas. Biasanya proses serisitisasi mengakibatkan penambahan

mineral serisit dan kuarsa sekunder yang berasal dari feldspar. Mineral serisit yang terbentuk akan terlihat seperti bintik-bintik halus bersama kuarsa halus dalam feldspar.

3. Silisifikasi

Proses ini terjadi karena introduksi (pemasukan) silikat oleh larutan magma akhir. Silisifikasi biasanya terbentuk dari alterasi yang berhubungan dengan pengendapan bijih primer dan dapat pula terjadi pada *post alteration*, yaitu suatu pengisian pada rongga atau rekahan dari pengaruh luar atau pengaruh dari dalam batuan itu sendiri. Peristiwa ini sering terjadi pada batuan asam, dan sangat jarang dijumpai pada batuan basa. Kadang-kadang kuarsa terbentuk sebagai rijang dan struktur asli dari batuan masih terlihat.

4. Propilitisasi

Menurut Watson (1958), propilitisasi adalah hasil alterasi hidrotermal yang disertai pemasukan yang terbentuk setempat. Kemungkinan mineral yang terbentuk adalah karbonat, silikat sekunder, klorit, dan sulfida sekunder. Proses akan terjadi secara maksimal jika batuan berbutir sedang pada daerah mesotermal ataupun epitermal bawah. Proses propilitisasi terjadi disebabkan larutan hidrotermal mengandung asam sulfida pada batuan beku asam sampai intermediet. Proses ini merupakan campuran dari kwarsa, klorit, alkali feldspar, zeolit, dan disertai adanya pirit. Banyak propilit ditemukan berhubungan dengan tubuh bijih. Kenampakan alterasi ini pada tingkat awal, ditandai dengan warna hijau kecoklatan yang disebabkan oleh perubahan hornblende dan biotit menjadi klorit.

5. Saussuritisasi

Proses ini terjadi karena pengaruh larutan hidrotermal dan sirkulasi air permukaan yang mengakibatkan terubahnya plagioklas menjadi mineral-mineral saussurit, yaitu klorit, albit, kalsit, hornblende, aktinolit, prehnit, dan epidot.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode penelitian lapangan, yaitu melakukan pemetaan geologi pada daerah penelitian meliputi, geomorfologi, litologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Penelitian ini juga menggunakan metode analisis petrografi dan *X-ray Powder Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi mineral ubahan dan mineral bijih.

Tabel 1. Tipe-tipe alterasi berdasarkan himpunan mineral (Creasey, 1966; Lowell and Guilbert, 1970).

Tipe	Mineral Kunci	Mineral Asesoris	Keterangan
Propilitik	Klorit Epidot Karbonat	Albit Kuarsa Kalsit Pirit Lempung / Illit Oksida Besi	Temperatur 200-300°C, salinitas beragam, PH mendekati netral, daerah dengan permeabilitas rendah
Argilik	Smektit Montmorilonit Illit / Smektit Kaolinit	Pirit Klorit Kalsit Kuarsa	Temperatur 100-300°C, salinitas rendah, PH asam - netral
Advanced Argilik (low temperature)	Kaolinit Alunit	Kalsedon Kristobalit Kuarsa Pirit	Temperatur 180°C, salinitas rendah, PH asam
Advanced Argilik (high temperature)	Pirofilit Diaspor Andalusit	Kuarsa Tourmalin Enargit Luzonit	Temperatur 250-350°C, salinitas rendah, PH asam
Potasik	Adularit Biotit Kuarsa	Klorit Epidot Pirit	Temperatur 300°C, salinitas tinggi, dekat dengan batuan intrusif
Filik	Kuarsa Serisit Pirit	Anhidrit Pirit Kalsit Rutil	Temperatur 230-400°C, salinitas beragam, PH asam-netral, zona permeabel pada batas urat
Seristik	Serisit (Illit) Kuarsa Muskovit	Pirit Illit / Serisit	-
Silisifikasi	Kuarsa	Pirit Illit-Serisit Adularia	-
Skarn	Garnet Piroksen Amfibol Epidot Magnetit	Wolastonit Klorit Biotit	Temperatur 300-700°C, salinitas tinggi, umumnya pada batuan samping karbonat

HASIL

Alterasi Hidrotermal Pada Daerah Penelitian

Alterasi hidrotermal pada suatu tempat tertentu mempunyai karakteristik atau ciri-ciri tersendiri. Fluida hidrotermal yang mempunyai kondisi fisika-kimia tertentu akan melewati suatu batuan dinding (*wall rock*) melewati permeabilitas sekunder maupun primer, dan menghasilkan atau

merubah batuan yang ada menjadi kumpulan/asosiasi mineral ubahan (*alteration*). Pengendapan mineral tertentu ada yang bersifat pengisian dan juga pengalterasian terhadap batuan yang ada. Alterasi itu menyangkut kimiawi, mineralogi, dan tekstur. Zona alterasi merupakan zona dimana proses ubahan mineral dari mineral primer menjadi mineral sekunder. Pada prinsipnya

proses alterasi hidrotermal ini merupakan ubahan yang disebabkan oleh sirkulasi fluida hidrotermal yang menyebabkan himpunan mineral pada batuan dinding menjadi tidak stabil, dan cenderung menyesuaikan kesetimbangan baru dengan membentuk himpunan mineral yang sesuai dengan kondisi yang baru.

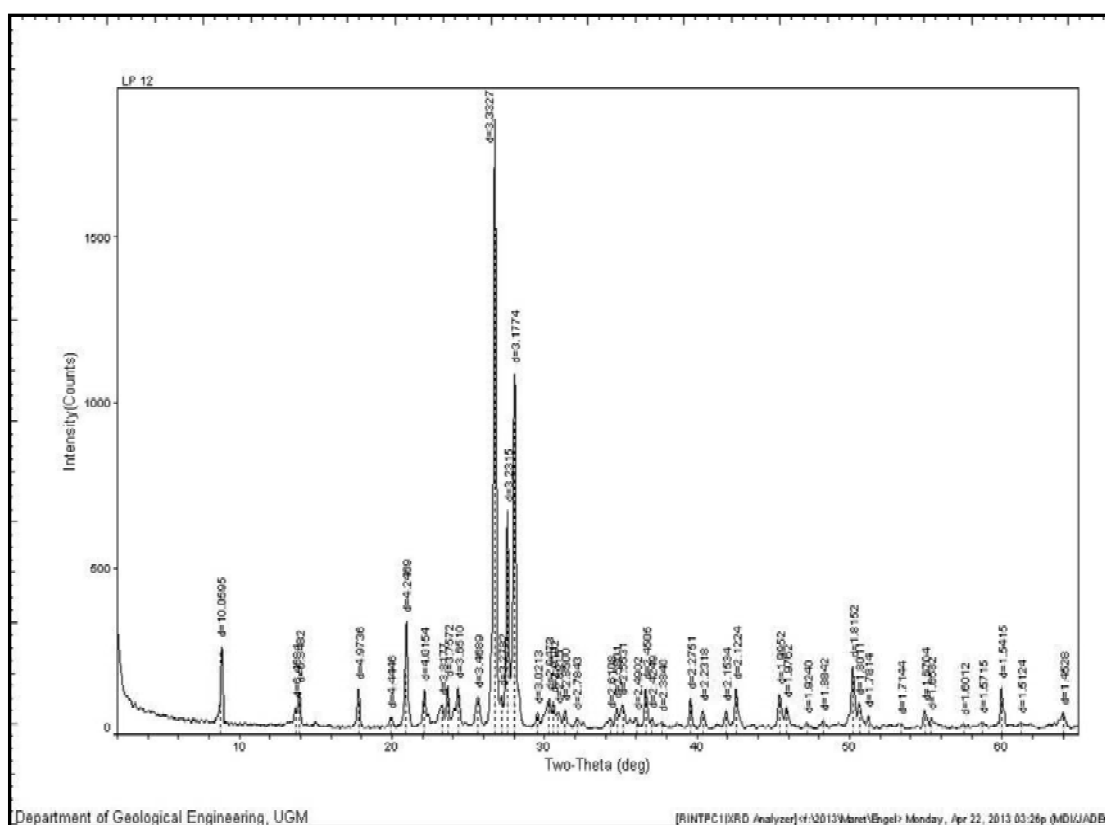
Berdasarkan pengamatan lapangan, analisis petrografi, dan analisis XRD alterasi yang berkembang di daerah penelitian terbagi menjadi dua zona alterasi zona alterasi propilitik dan zona alterasi silisik/silisifikasi.

Pada daerah penelitian dijumpai dua zona ubahan, dimana setiap zona alterasi ini memiliki keterdapatan mineral khusus (himpunan mineral) sebagai penciri setiap tipe alterasi tersebut. Setiap alterasi diatas dikelompokkan ke dalam tipe-tipe alterasi sesuai dengan keterdapatan mineral penciri yang sesuai dengan jenis alterasinya.

Alterasi propilitik

Zona alterasi propilitik dijumpai di sebelah selatan daerah penelitian pada sungai Aimas, dan dicirikan oleh kehadiran mineral klorit yang dominan dengan mineral asesoris berupa *illite dan calcite* (hasil analisa XRD LP12). Berdasarkan pengamatan di lapangan mineral klorit memperlihatkan warna hijau kecoklatan, alterasi ini dapat terlihat baik pada tubuh batuan sekis yang umumnya memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan salinitas yang beragam.

Secara megaskopis, memiliki warna abu – abu kehitaman dalam keadaan segar, warna lapuk coklat kehijauan, struktur *schistosa*, tekstur foliasi. Pengamatan mikroskopis dilakukan pada contoh batuan Lp 12 (dapat dilihat pada foto 1), sayatan menunjukkan batuan dengan tekstur foliasi, mineralogi terdiri dari kalsit, plagioklas, mineral opak dan kehadiran mineral sekunder berupa epidot, klorit, dan pirit.



Gambar 2. Grafik hasil analisa XRD Lp 12

Tabel 2. Hasil analisa XRD Lp 12

2-Theta	d (A)	BG	Height	I%	Area	I%	FWHM	XS(A)	Mineral
8,783	10,0596	27	231	12,6	2424	11,2	0,178	480	Cloritic
19,96	4,4446	15	29	1,6	434	2	0,254	307	Illite
36,641	2,4505	19	112	6,1	1522	7,1	0,231	358	Cacite

Dari tabel hasil analisa XRD Lp 12 dapat diketahui adanya mineral-mineral penciri dari alterasi propilitik/kloritisasi di daerah penelitian, mineral-mineral tersebut adalah *Clorite*, *Illite* dan *Calcite*.

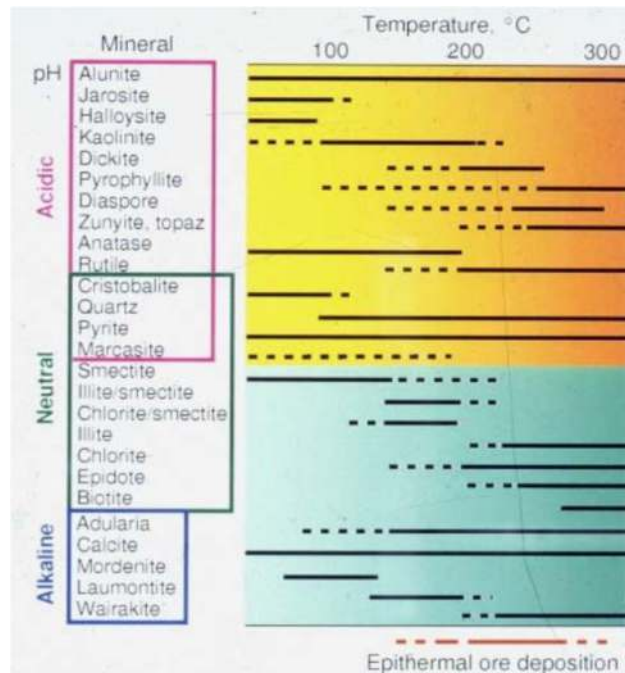
Mineral-mineral penciri yang hadir dalam analisa XRD kemudian dapat dimasukkan kedalam diagram temperatur pembentukan mineral hidrotermal di lingkungan epitermal deposit (Reyes dan Gigenbach,1992). Sehingga dapat diketahui pada suhu berapa alterasi propilitik atau kloritisasi yang hadir di daerah penelitian terbentuk dan pada pH bagaimana dapat terbentuk.

Berdasarkan pendekatan suhu mineral hidrotermal di lingkungan epithermal (Reyes dan Gigenbach,1992) alterasi propilitik di daerah penelitian terbentuk pada suhu 200°C - 300°C, pada kondisi netral – basah (Gambar 4 dan 5).

Pembentukan alterasi propilitik pada daerah penelitian disebabkan oleh adanya ruang (kekar) sebagai jalan keluar fluida hidrotermal yang kemudian bereaksi dengan batuan metamorf sehingga terbentuk himpunan mineral-mineral ubahan yang mencirikan tipe alterasi propilitik. Sebagai contoh, mineral klorit yang hadir diinterpretasikan sebagai hasil ubahan dari mineral plagioklas.



Gambar 3. Singkapan sekis teralterasi propilitik di daerah Aimas



Gambar 4. Temperatur pembentukan mineral pada sampel alterasi propilitik

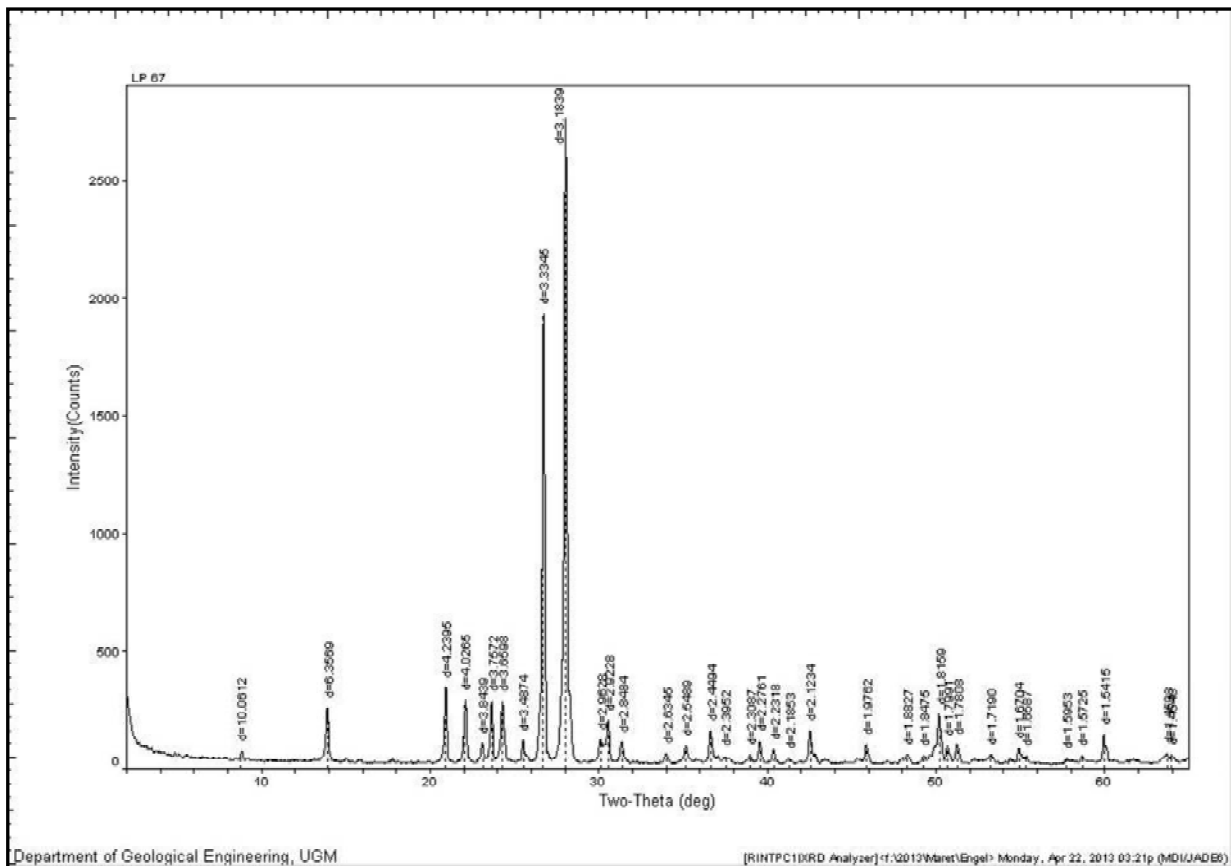
MINERAL	TEMPERATUR° C		
	100	200	300
<i>Clorite</i>			
<i>Illite</i>			
<i>Calcite</i>			

Gambar 5. Pendekatan suhu pembentukan alterasi propilitik pada daerah penelitian (Reyes dan Gigenbach,1992)

Alterasi silisik/silisifikasi

Zona alterasi silisifikasi dijumpai di selatan daerah penelitian pada sungai Aimasi dan dicirikan oleh kehadiran mineral asesoris berupa *pyrite* dan *illite* (hasil analisa XRD Lp 67). Berdasarkan pengamatan di lapangan mineral kuarsa memperlihatkan warna putih, alterasi ini dapat terlihat baik pada tubuh batuan sekis yang umumnya memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan salinitas yang beragam.

Secara megaskopis, alterasi ini berwarna abu-abu kecoklatan-kehijauan dan terkadang berwarna abu-abu kehitaman-merah muda kecoklatan, struktur *schistosa*, tekstur foliasi. Pengamatan mikroskopis dilakukan pada contoh batuan Lp 67 (dapat dilihat pada foto 2), sayatan menunjukkan batuan dengan tekstur foliasi, mineralogi terdiri dari mika, turmalin, mineral opak sedangkan kehadiran mineral sekunder berupa silika, klorit, dan pirit.



Gambar 6. Grafik hasil analisa XRD Lp 67

Tabel 3. Hasil analisa XRD LP 67

2-Theta	d (A)	BG	Height	I%	Area	I%	FWHM	XS(A)	Mineral
20,937	4,2395	16	322	11,8	3247	10,3	0,171	517	Quartz
42,54	2,1234	15	135	4,9	2041	6,5	0,257	321	Illite Micas
55,342	1,6587	17	26	0,9	673	2,1	0,44	1,86	Phyrite

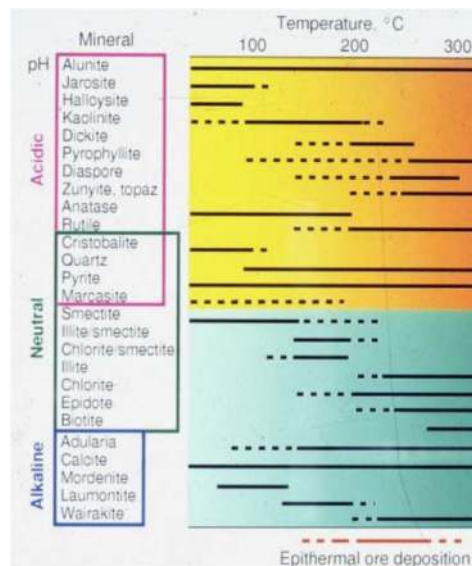
Dari hasil analisa XRD Lp 67 dapat diketahui adanya mineral-mineral penciri dari alterasi silisifikasi di daerah penelitian mineral-mineral tersebut adalah *Illite micas*, *Quartz* dan *Phyrite*.

Mineral-mineral penciri yang hadir dalam analisa XRD kemudian dapat dimasukkan ke dalam diagram temperatur pembentukan mineral hidrotermal di lingkungan epitermal deposit (Reyes dan Gigenbach,1992). Sehingga dapat diketahui pada suhu berapa alterasi silisifikasi yang hadir di daerah penelitian terbentuk dan pada pH

bagaimana dapat terbentuk (Gambar 8 dan 9). Berdasarkan pendekatan suhu mineral hidrotermal di lingkungan epitermal (Reyes dan Gigenbach,1992) alterasi silisifikasi di daerah penelitian terbentuk pada suhu 200°C – 300°C, pada kondisi netral – basah. Pembentukan alterasi silisifikasi pada daerah penelitian disebabkan oleh adanya ruang (kekar) sebagai jalan keluar fluida hidrotermal yang kemudian bereaksi dengan batuan metamorf sehingga terbentuk himpunan mineral-mineral ubahan yang mencirikan tipe alterasi silisifikasi.



Gambar 7. Singkapan sekis teralterasi silisik, di daerah Aimasi



Gambar 8. Temperatur pembentukan mineral pada sampel alterasi Silisifikasi

MINERAL	TEMPERATUR ^o C		
	100	200	300
<i>Quartz</i>		/	/
<i>Pyrite</i>		/	/
<i>Illite</i>		/	/

Gambar 9. Pendekatan suhu pembentukan alterasi silisifikasi pada daerah penelitian (Reyes dan Gigenbach, 1992)

Hubungan Alterasi Dengan Struktur dan Litologi Pada Daerah Penelitian

Alterasi yang ada di daerah penelitian hadir memiliki pola tertentu dalam setiap lokasi keterdapatannya. Kehadiran alterasi hidrotermal dicirikan dengan kenampakan kelompok mineral ubahan yang berbeda-beda untuk tiap jenis alterasi. Tiap jenis alterasi hidrotermal memiliki sebaran yang setempat-setempat mengikuti arah dari zona-zona lemah. Semakin mendekati zona lemah, maka akan hadir jenis alterasi yang berbeda dibandingkan pada tempat yang jauh dari zona lemah. Ini menunjukkan bahwa alterasi hidrotermal dikontrol oleh struktur geologi yang berkembang di daerah tersebut, yaitu adanya intensitas kekar yang sangat tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa kekar yang intensif adalah sebagai pengontrol terdapatnya alterasi hidrotermal di daerah penelitian.

Alterasi pada daerah penelitian ini juga dikontrol oleh litologi pembawa, litologi yang membawa alterasi berasal dari diorit sedangkan batuan yang berperan sebagai *wallrock* adalah sekis. Peran dari litologi pembawa ini sangat berpengaruh terhadap alterasi hidrotermal karena litologi tersebut nantinya yang akan menghasilkan fluida hidrotermal pada saat pembekuan yang mempengaruhi sifat pH larutan hidrotermal. Perbedaan litologi pembawa akan menghasilkan sifat fluida hidrotermal yang berbeda yang apabila fluida tersebut melewati *wallrock* dengan litologi yang berbeda, maka fluida tersebut akan bereaksi dan menghasilkan mineral-mineral ubahan dan akhirnya akan menciptakan adanya alterasi hidrotermal yang berbeda.

Kedua peran antara stuktur kekar dan litologi sangat mempengaruhi dari proses terbentuknya alterasi hidrotermal, karena kekar sebagai ruang

tempat terisi fluida, dan litologi sebagai pembawa dari larutan hidrotermal yang berperan sebagai faktor dalam proses alterasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan lapangan, analisis petrografi, dan analisis XRD alterasi yang berkembang di daerah penelitian terbagi menjadi dua zona alterasi zona alterasi propilitik dan zona alterasi silisik/silisifikasi. Zona alterasi propilitik dijumpai di sebelah selatan daerah penelitian pada sungai Aimasi, dan dicirikan oleh kehadiran mineral klorit yang dominan dengan mineral asesoris berupa *illite* dan *calcite* (hasil analisa XRD LP12).

Berdasarkan pengamatan di lapangan mineral klorit memperlihatkan warna hijau kecoklatan, alterasi ini dapat terlihat baik pada tubuh batuan sekis yang umumnya memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan salinitas yang beragam.

Zona alterasi silisifikasi dijumpai di selatan daerah penelitian pada sungai Aimasi dan dicirikan oleh kehadiran mineral asesoris berupa *pyrite* dan *illite* (hasil analisa XRD Lp 67).

Berdasarkan pengamatan di lapangan mineral kuarsa memperlihatkan warna putih, alterasi ini dapat terlihat baik pada tubuh batuan sekis yang umumnya memiliki sifat permeabilitas yang rendah dan salinitas yang beragam.

Pembentukan alterasi propilitik pada daerah penelitian disebabkan oleh adanya ruang (kekar) sebagai jalan keluar fluida hidrotermal yang kemudian bereaksi dengan batuan metamorf sehingga terbentuk himpunan mineral-mineral ubahan yang mencirikan tipe alterasi propilitik. Sebagai contoh, mineral klorit yang hadir

diinterpretasikan sebagai hasil ubahan dari mineral plagioklas.

Pembentukan alterasi silisifikasi pada daerah penelitian disebabkan oleh adanya ruang (kekar) sebagai jalan keluar fluida hidrotermal yang kemudian bereaksi dengan batuan metamorf sehingga terbentuk himpunan mineral-mineral ubahan yang mencirikan tipe alterasi silisifikasi.

Studi kasus pada daerah penelitian berupa keterdapatan alterasi hidrotermal merupakan suatu penelitian awal tentang adanya proses alterasi yang berkembang pada daerah penelitian sehingga dapat memberikan manfaat dan informasi bagi instansi terkait serta masyarakat setempat guna dikembangkan lagi ke depan untuk studi yang lebih lanjut dan analisis yang lebih spesifik tentang keterdapatan mineral logam yang berpotensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bateman, P.C., (1956), *The Geochemistry of gold and its deposit. Geo Surv Can Bull*, pp. 280:584.
- Corbett, G.J & Leach, T.M., (1996), *Southwest Pacific Rim Gold/Copper System: Structure, Alteration and Mineralization*, A Workshop presented for the Society of Eksplorasion Geochemist, Townsville.
- Creasey, S.C., (1996), *Hydrothermal Alterations in Geology of Porphyry Copper Deposits (S. R. Tettley & C. L. Hickx, ed)*, Tuscon: Univ. of Ariz. Press, pp.51 – 74
- Lindgren, W., (1983), *Mineral Deposit* McGraw-Hill Book Company, Inc, USA.
- Lowell, D.J & Guilbert J.M., (1970), *The discovery of the La Escondida orebody: Economic Geology Monograph 8*, pp. 286 – 288.
- Pirajno, F., (1992), *Hidrothermal Mineral Deposit, Principles and Fundamental Concept for the Ekspolaration Geologist*, Berlin Hedelberg.
- Reyes, A.G, & Gigenbach, W.F., (1992), *Petrology and fluid chemistry of magmatic-hydrothermal systems in the Phillipines*, pp. 1341 – 1344.
- White, N., (1996), *Granitic Rocks Associated with porphyry CU Deposit, USA. Ishihara symposium: Granities and Associated Metallogenesis*, Geoscience Australia.