



Karakteristik Mineralisasi Pada Endapan Hidrotermal Prospek Beringin Halmahera Mineral, Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara

Almun Madi

Dosen Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

Corresponding author: almunmadi@unkhair.ac.id

Article History

Received : 23 Februari 2020

Revised : 20 Maret 2020

Accepted : 1 April 2020

Abstrak

PT. Beringin Halmahera Mineral melakukan eksplorasi selaku pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan legalitas Surat Keputusan Bupati Halmahera Utara Nomor: 540/247/HU/2012 Tentang Pengalihan Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi Mineral Logam Emas Dari KSU Beringin Jaya Kepada PT. Beringin Halmahera Mineral yang memiliki wilayah IUP seluas 1.706,47 Hektar terletak di Desa Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara. Dalam penyelidikan terhadap batuan yang di peroleh di lokasi penyelidikan, dapat dikategorikan terindikasi secara geologi. Daerah penelitian terletak di Desa Tabobo, Kecamatan Malifut, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat $127^{\circ}49' - 127^{\circ}47'19$ BT dan $1^{\circ}11' - 1^{\circ}11'$ LU. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik mineralisasi yang terdapat di lokasi Beringin Halmahera Mineral. Metode penelitian yang dilakukan adalah survey lapangan, analisis laboratorium berupa analisis petrografi dan difraksi sinar-X. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan dan analisis laboratorium, teridentifikasi adanya mineral pirit dengan pola menyebar (disebarluaskan) dan menyebar pada bagian vena serta sebagiannya oleh mineral kalkopirit. Berdasarkan klasifikasi tersebut termasuk jenis endapan epitermal sulfida rendah dengan batuan inang batuan andesit.

Kata kunci : karakteristik, mineralisasi, hidrotermal

Abstract

PT. Beringin Halmahera Mineral undertakes exploration as the holder of a Mining Business Permit (IUP) with the legality of the Decree of the Regent of North Halmahera Number: 540/247/HU/2012 concerning the transfer of Gold Metal Mineral Exploration Mining Business Permit (IUP) from KSU Beringin Jaya to PT. Beringin Halmahera Mineral, which has a LUP area of 1,706.47 hectares, is located in Tabobo Village, Malifut District, North Halmahera Regency, North Maluku Province. In a randomized investigation of rock samples obtained at the investigation site, it can be categorized as indicated geologically. The research area is located in Tabobo Village, Malifut District, North Halmahera Region, North Maluku Province. The research area is part of an exploration concession of (IUP) PT. Beringin Halmehera Mineral. Geographically, the study area is located at $E 127^{\circ} 49' - 127^{\circ} 47'19$ and $N 1^{\circ} 11'$ coordinates. This study aims to determine the mineralized zone in the Beringin Halmahera Mineral location. The research method used is field survey, laboratory analysis in the form of petrographic analysis and X-ray diffraction. Based on the results of field research and laboratory analysis, it was identified the presence of pyrite minerals with a spreading pattern (disseminated) and spreading in the veins and partly by chalcopyrite minerals. Based on this classification, it includes the type of low sulfide epithermal deposits with andesite rock host rocks.

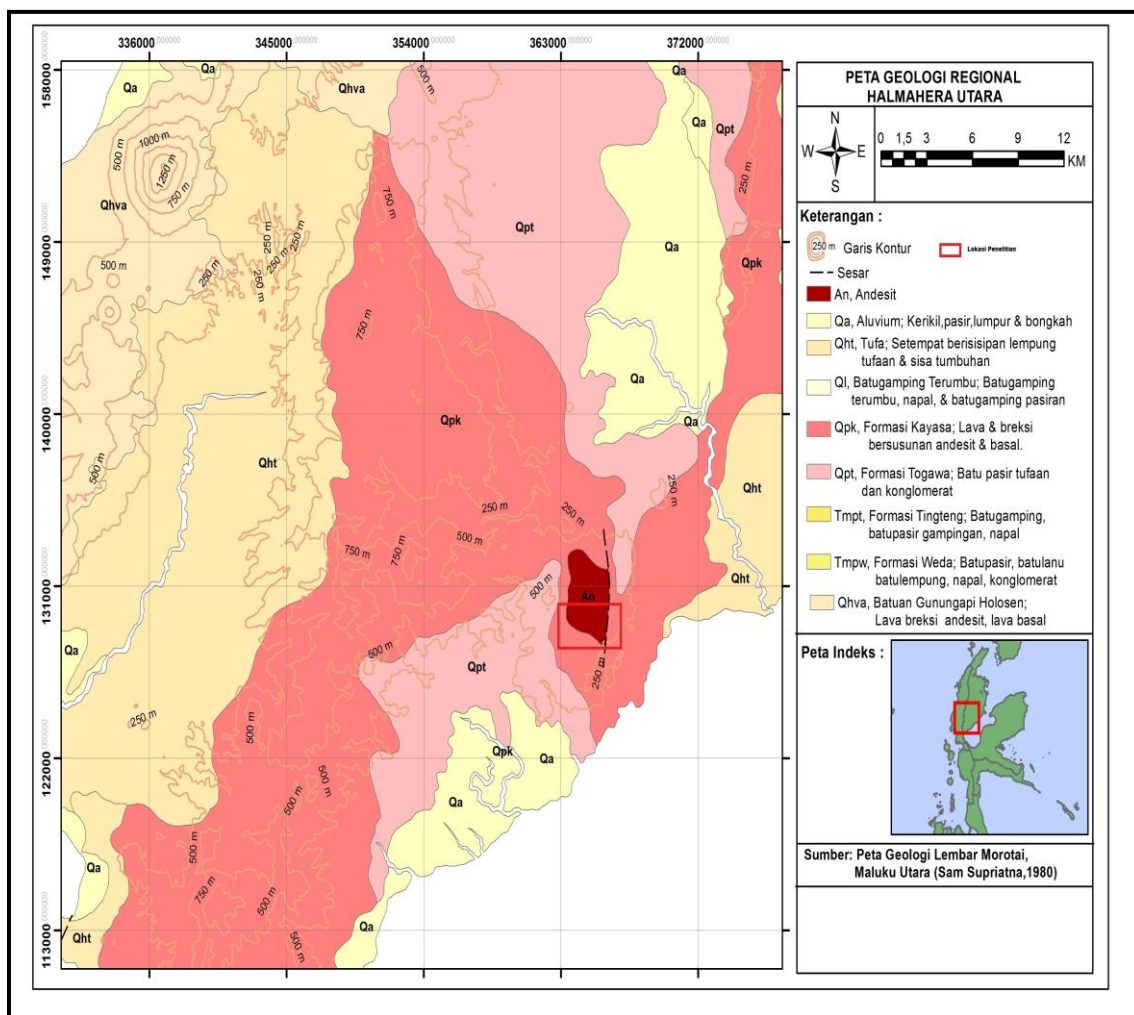
Keyword : characterictics, minerallized, hydrothermal

1. Pendahuluan

Proses hidrotermal pada kondisi tertentu akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral atau *mineral assemblage* [1]. Secara umum kehadiran himpunan mineral tertentu dalam suatu ubahan batuan akan mencerminkan tipe alterasi tertentu. Terjadinya ubahan batuan dalam suatu sistem hidrotermal merupakan proses modifikasi kimia dan fisika yang dicirikan oleh terbentuknya asosiasi mineral ubahan sebagai pengganti mineral asal penyusun batuan. Proses ini sangat tergantung pada temperatur, tekanan, permeabilitas batuan, komposisi kimia fluida (pH) dan durasi proses ubahan yang saling berkaitan dengan erat [2].

Penentuan zona mineralisasi hidrotermal yang dilakukan dapat dijadikan sebagai rujukan dalam kegiatan eksplorasi lanjut di lokasi penelitian. Tulisan ini membahas hasil studi tersebut yaitu, identifikasi dan distribusi mineral yang terdapat pada endapan hidrotermal serta implementasinya terhadap kegiatan operasi eksplorasi. Pada konteks itu, daerah prospek Tabobo, Kecamatan Malifut, Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara yang sangat dominan dengan proses hidrotermal juga merupakan penghasil mineral berharga yang menjadi lokasi eksplorasi PT. Beringin Halmahera Mineral. Dengan demikian perlu diperhitungkan dengan berdasarkan kajian dan riset yang komprehensif.

Menurut Bateman (1951), mineralisasi adalah proses pembentukan endapan mineral logam atau non-logam yang terkonsentrasi dari satu atau lebih mineral yang dapat dimanfaatkan. Dengan demikian, istilah mineralisasi dapat dimaknai sebagai suatu proses pembentukan mineral-mineral baru pada tubuh batuan yang diakibatkan oleh proses magmatik ataupun proses lainnya, namun mineral yang dihasilkan bukanlah mineral yang sudah ada sebelumnya. Mineral bijih sebagai hasil dari proses mineralisasi dapat terdiri dari satu unsur atau kombinasi dari beberapa unsur yang dikenal sebagai *complex ore*. Keterdapatannya mineral bijih berasosiasi dengan mineral penyerta (*gangue minerals*), dalam hal ini mineral penyerta tidak bernilai ekonomis, dan bersifat non-logam, contohnya kuarsa yang sering dijadikan sebagai petunjuk atau anomal dari mineral bijih. Sebagaimana pendapat Corbett [3], bahwa variasi distribusi mineral logam dan kelimpahannya dipengaruhi oleh kondisi tektonik, tipe endapan, kedalaman pembentukan bijih, jarak dari sumber magma, dan mekanisme pengendapan logam.



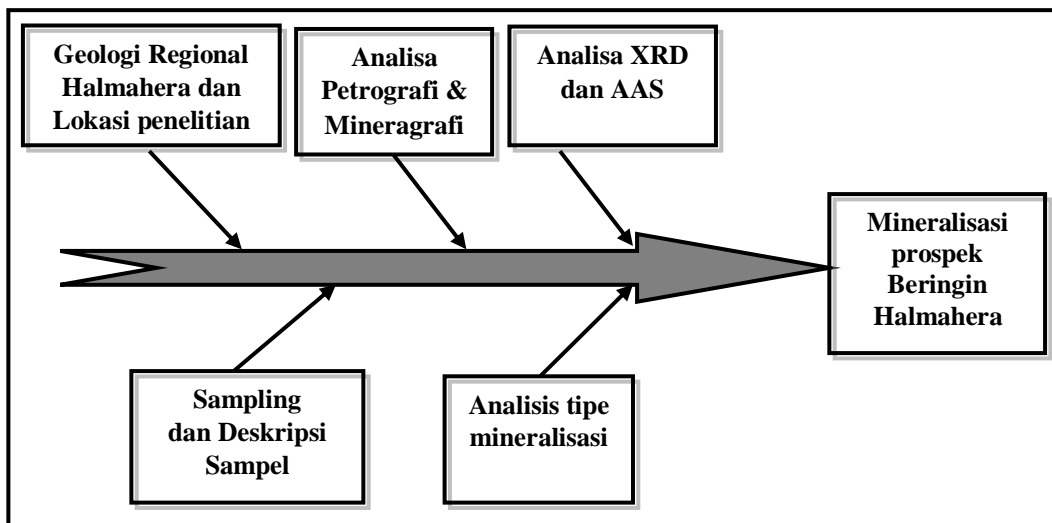
Gambar 1. Peta Geologi Regional dan Lokasi Penelitian (kotak merah)

Lokasi penelitian (Gambar 1) secara administratif berada di Desa Tabobo Kecamatan Malifut, Kabupaten Halmahera Utara, Provisini Maluku Utara. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat 127^o49'- 127^o47'19 BT dan 1^o11'-1^o11' LU. Daerah Tabobo ini bagian dari sistem Gosowong yang dieksplorasi oleh PT. Nusa Halmahera Minerals (PT. NHM), namun ditinggalkan dan sekarang menjadi lokasi IUP PT. Beringin Halmahera Mineral [4]. Menurut Supriatna [5], dalam peta Geologi Regional Lembar Morotai, batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah lava, breksi andesit dan tuf. Andesit umumnya berwarna kelabu muda sampai tua, tekstur porfiritik, mineral felspar sebagai fenokris, tersingkap di sebelah Utara Akelamo Kao, tidak diketahui apakah terobosan atau kelerengan. Tuf memiliki komponen tuf berbatuapung dan tuf pasir, lunak umumnya dengan pelapisan mendatar. Pada daerah tersebut juga terdapat sesar normal berarah Utara-Selatan dan Timur-Barat seperti pada urat kuarsa Gosowong dan Ruwait. Batuan berumur Pliosen di lengan utara di daerah Gosowong terlipat dengan arah Sumbu Timur-Barat.

2. Material dan Metode

Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data sekunder dan data primer. Data primer berupa data sampel batuan endapan dan singkapan yang diperoleh di lokasi penelitian berdasarkan titik kordinat. Sementara data sekunder adalah hasil dari studi pustaka. Data sekunder pada penelitian ini berupa data litologi dan struktur geologi dari Peta Geologi Lembar Morotai [5]. Penelitian ini juga pada tahapan awal telah dilakukan pemetaan alterasi dan mineralisasi. Menurut Hirmawan [6] aspek geologi dan aspek litologi menjadi dua objek penting dalam penelitian ini. Berawal dari titik pengambilan sampel, deskripsi yang kemudian akan diperkuat dengan penelitian petrografi sampel terpilih akan membangun aspek geologi. Tekstur, mineral ubahan, himpunan mineral alterasi, dan kandungan unsur dari contoh merupakan cakupan dari penelitian.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pemetaan permukaan dengan pengambilan sampel yang diperoleh dari hasil observasi lapangan bekerja sama dengan pihak terkait. Setelah pengambilan sampel, selanjutnya dianalisis di laboratorium yang terdiri dari analisis petrografi, mineragrafi, *X-Ray Diffraction* (XRD) [7] dan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Analisis petrografi bertujuan untuk mengetahui nama himpunan mineral-mineral teralterasi dari setiap conto batuan yang diperoleh, dilihat dari tekstur, struktur, dan komposisi mineral pada batuan yang terdapat pada daerah penelitian, sementara analisis mineragrafi untuk mengidentifikasi asosiasi dan paragenesis mineral-mineral bijih. Analisis *X-Ray Diffraction* bertujuan untuk mengidentifikasi mineral yang sulit diidentifikasi dengan mikroskop, serta analisis kimia basah menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* terhadap beberapa sampel batuan terubah hidrotermal /termineralisasi digunakan untuk mendeteksi terutama kandungan unsur-unsur yang erat kaitannya dengan proses terjadinya cebakan biji (Au, Ag, Cu).



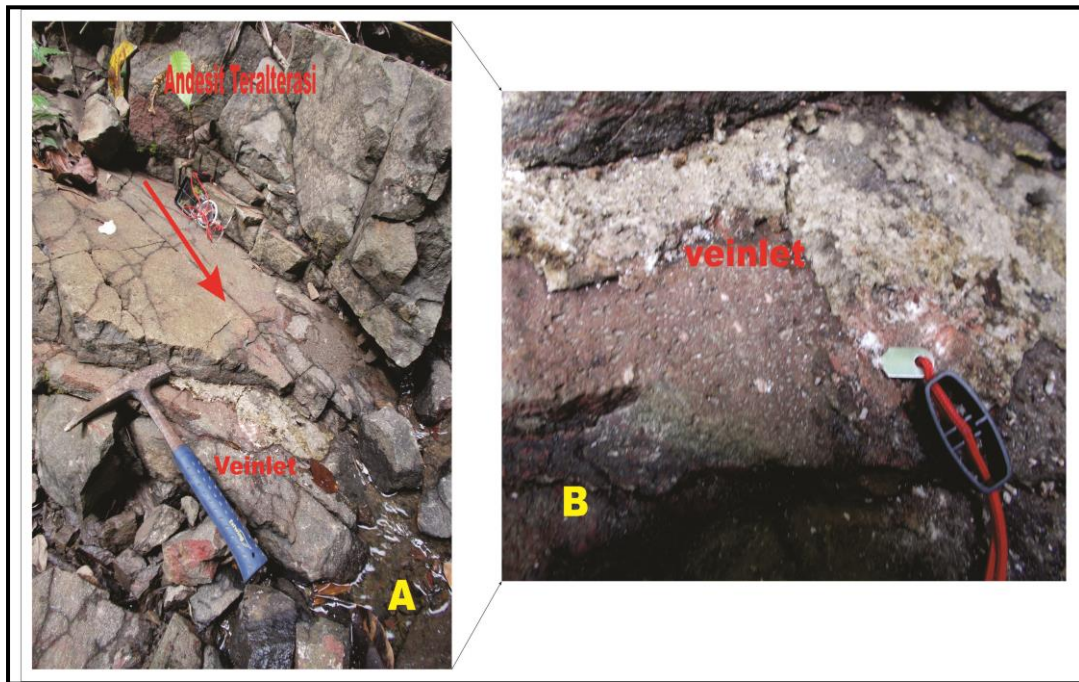
Gambar 2. Desain Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Megaskopis

Penyelidikan secara megaskopis merupakan hal yang paling pertama dilakukan dalam mengidentifikasi batuan dan mineral. Dalam hal ini dapat teridentifikasi perubahan fisik yang terjadi pada batuan, tekstur batuan asal, dan kehadiran mineral penanda adanya alterasi. Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan terhadap 20 sampel singkapan permukaan di lokasi penelitian. Sampel diperoleh dengan cara *chip sampling* berupa *outcrop*. Sampel tersebut kemudian diklasifikasi untuk kepentingan petrografi, mineragrafi dan analisis XRD serta AAS. Berdasarkan hasil pengamatan megaskopis, sampel batuan andesit berubah atau teralterasi, selain itu juga ada batulempung, intrusi andesit, breksi vulkanik, lava andesit dan kuarsa.

Pada penelitian ini, salah satu singkapan yang dapat diinterpretasikan sebagai anomaly mineralisasi adalah kenampakan warna dari satuan Breksi vulkanik berkomponen batuan beku andesit di lokasi penelitian didominasi oleh warna kelabu, dan hitam kecokelatan dengan tekstur granular, porfiritik, holokristalin, sebagian berongga karena kehadiran kuarsa. Satuan ini memiliki mineral penyusun piroksen dan plagioklas. Fragmen breksi vulkanik bersusun andesit ini berupa batulempung yang teralterasi argilik-propilitik, pada beberapa segmen pemetaan dijumpai *veinlet* yang diisi oleh kuarsa dan juga terindikasi adanya pirit (Gambar 3).

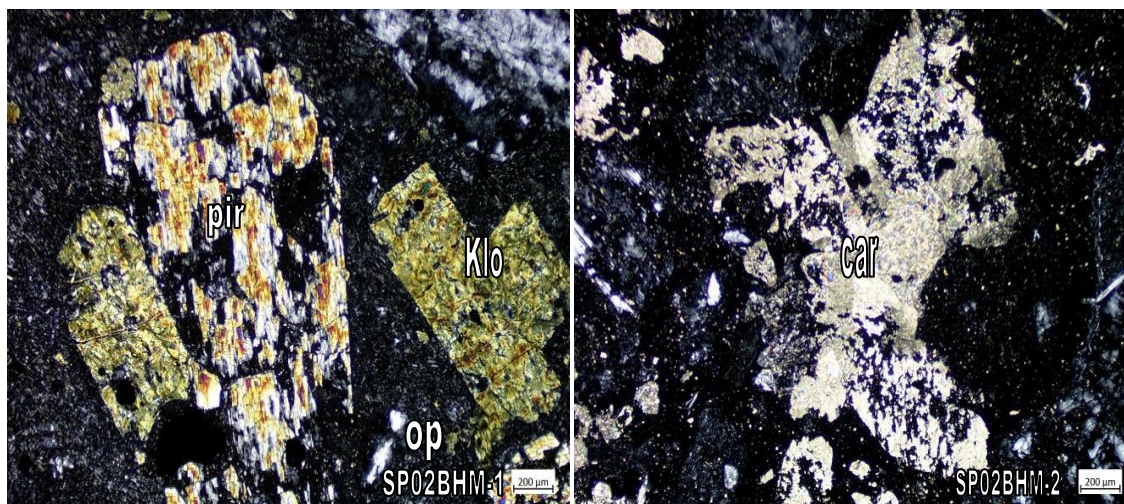


Gambar 3. Kenampakan singkapan andesit pada satuan breksi vulkanik di bagian Barat lokasi penelitian, (A) Singkapan Intrusi Andesit yang telah teralterasi dan mengalami proses tektonisme sampai terendapnya veinlet kuarsa pada bagian rekahan, (B) Kenampakan kehadiran veinlet kuarsa

b. Analisis Mikroskopis

Analisis petrografi atau sayatan tipis digunakan untuk mengidentifikasi jenis mineral, dalam penelitian ini dikhususkan untuk mengidentifikasi mineral-mineral yang termasuk mineral nonlogam dan mineral logam. Misalnya sampel SP02BHM yang diambil pada wilayah Selatan lokasi penelitian yang menunjukkan adanya mineral nonlogam. Sayatan batuan andesit ini berwarna coklat kehitaman, porfiritik, tersusun atas kristal mineral, tekstur intergranular. Mineral utamanya plagioklas berukuran 2 mm, piroksen berukuran 4 mm, klorit berwarna kuning dengan ukuran 2 mm, karbonat berukuran 1,3 mm, serta mineral opak berukuran 0,7 mm. Sayatan ini memiliki masa dasar mikrolit plagioklas

berupa material halus. Tingkat ubahan sayatan ini kategori sedang. Dapat dilihat pada (Gambar 4) di bawah ini.



Gambar 4. Sayatan tipis pada sampel SP02BHM dengan kenampakan mineral plagioklas, piroksen, klorit, opak dan karbonat.

Untuk lebih jelasnya keseluruhan hasil analisis petrografi berupa sayatan tipis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Komposisi Mineral Penyusun Batuan Hasil Petrografi

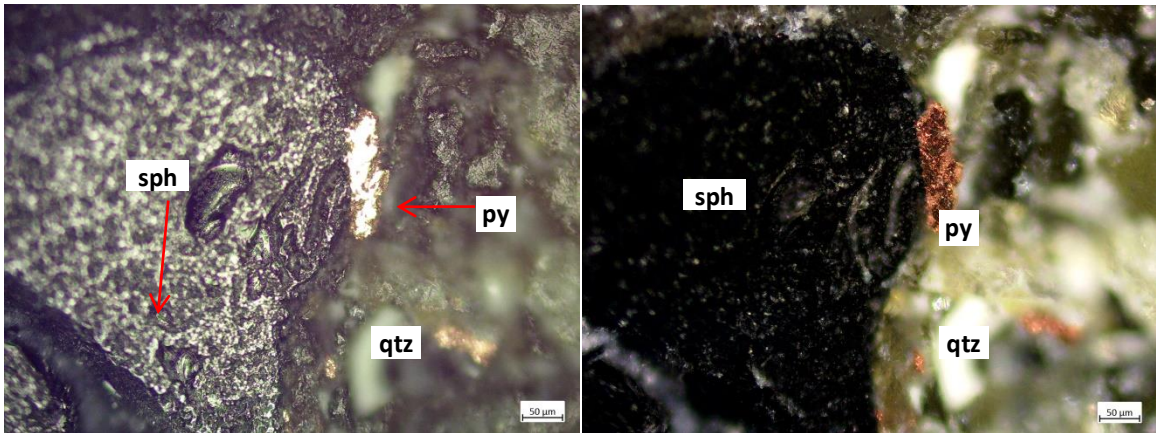
Kode Sampel	Min. Utama				Min. Aksesoris	Min. Sekunder					Gelas	
	Qtz	Plg	Kfs	Px	Opq	Chl	Ep	Crb	Sme	Cly	Qtzs	Vg
SP 01	-	◇	△	△	○	△	○	-	-	-	-	-
SP 02	-	○	-	◇	□	◇	-	◇	-	-	-	◇
SP 03	-	◇	-	○	□	◇	-	□	-	-	-	○
SP 04	-	◇	-	△	△	○	-	-	-	-	-	-
SP 05	◇	-	-	-	-	-	-	◇	-	-	-	-
SP 06	-	△	-	△	△	◇	-	◇	-	-	□	-
SP 07	-	△	-	◇	△	△	-	-	◇	-	-	-
SP 08	-	◇	-	△	□	◇	-	-	-	-	-	-
SP 09	-	△	-	-	□	△	-	-	-	◇	-	-

Keterangan: ◇ Melimpah, ○ Kaya, △ Sedang, □ Miskin, – Tidak hadir. Singkatan nama mineral (Menurut Whitney, D.L dan Evans, B.W., 2010): Qtz:kuarsa; Plg:plagioklas; Kfs:alkali feldspar; Px:piroksen; Chl:klorit; Ep:epidot; Crb:karbonat; Sme:smektit; Cly:mineral lempung; Qtzs:kuarsa sekunder dan Vg:gelas vulkanik.

Sementara untuk mengetahui jenis mineral logam yang dihasilkan oleh proses hidrotermal di lokasi penelitian, ditentukan beberapa sampel singkapan yang diambil dengan cara *outcrops* (Tabel 2). Sebanyak delapan sampel yang dianalisis dengan metode mineragrafi yakni SP01, SP02A, SP03A, SP03, SP04A, SP06, SP07, SP08. Dari delapan sampel tersebut, ada beberapa sampel dapat teridentifikasi kehadiran mineral yang didominasi oleh mineral pirit (FeS_2), sfalerit (Zn,Fe)S, kalkopirit ($CuFeS_2$) dan magnetit (Fe_3O_4). Mineral-mineral logam tersebut berasosiasi dengan kuarsa. (Gambar 5) merupakan hasil sayatan poles dari sampel SP07.

Pada gambar tersebut terlihat dengan jelas bahwa mineral utama pirit dan sfalerit tersebar dalam kuarsa. Deskripsi tersebut rata-rata juga ditemukan pada sampel singkapan lainnya yang sama. Dengan

demikian kehadiran mineral logam di daerah penelitian adalah umumnya menyebar merata (*dissaminated*) dalam batuan andesit teralterasi.



Gambar 5. Foto mikrograf pada sampel SP07 yang menampakkan mineral bijih pirit dan sfalerit berasosiasi dengan kuarsa

Tabel 2. Hasil Analisis Mineragrafi

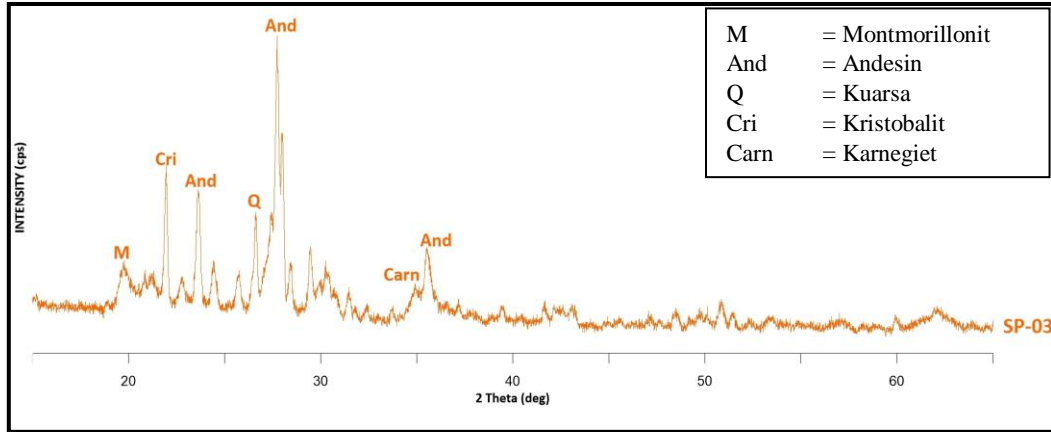
Kode Sampel	Min. Utama			Min. Aksesoris		Min. Sekunder
	Py	Cpy	Sph	Mag	Qtz	Qtzs
SP 1	-	-	-	◇	◇	-
SP 2 A	◇	-	△	-	◇	-
SP 3A	-	◇	△	-	◇	△
SP 03	◇	-	-	-	△	△
SP 4A	-	-	-	◇	○	-
SP 6	-	-	-	◇	△	□
SP 7	◇	-	◇	-	△	-
SP 8	◇	-	-	-	◇	-

Keterangan: ◇ Melimpah, ○ Kaya, △ Sedang, □ Miskin, – Tidak hadir. Singkatan nama mineral: Qtz:kuarsa; Py:pirit; Cpy:kalkopirit Sph; sfalerit; mag:Magnetit; Qtzs:kuarsa sekunder

Untuk mineral ubahan umumnya didominasi oleh kehadiran mineral lempung, sehingga analisis yang dilakukan melalui metode XRD sebanyak 9 sampel yang diambil di lokasi penelitian sebagaimana halnya pada sampel petrografi dan mineragrafi. Sampel tersebut rata-rata telah mengalami ubahan dan pada umumnya memiliki warna coklat keabu-abuan. Hasil analisis XRD dapat dilihat pada sampel SP03, seperti diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Hasil analisis XRD sampel SP03 yang menampakkan adanya mineral montmorillonit

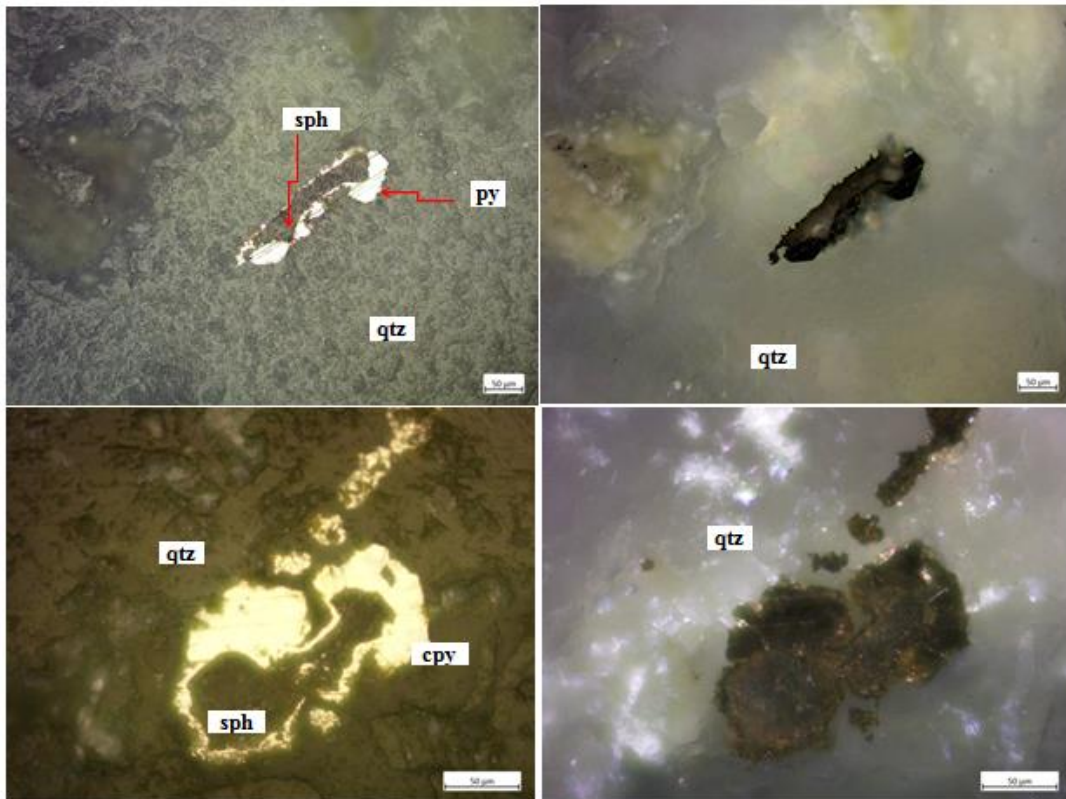
Sampel	Nama Mineral	Rumus Kimia	Proporsi (%)
SP03	Andesin	$Na_{.499}Ca_{.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O_8)$	0,797
	Montmorillonit	$(Na,Ca)_{0.33}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_{2n}H_2O$	1,103
	Kuarsa	SiO_2	1,534
	Kristobalit	SiO_2	2,930
	Karnegieit artificial	$Na_8Al_4Si_4O_{18}$	0,532



Gambar 6. Grafik Hasil analisis XRD sampel SP03 adanya kuarsa dan montmorillonit

c. Mineralisasi Daerah Penelitian

Sebelum menentukan mialisasi, pada penelitian ini telah ditentukan zona alterasi, dimana ditentukan dua zona alterasi yakni Zona Kuarsa-Klorit- Montmorillonit dan Zona Smektit- Epidot-Karbonat. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis laboratorium, asosiasi mineral lokasi penelitian daerah prospek Beringin Halmahera pada umumnya adalah tipe urat dalam hal ini vein kuarsa dengan cara menyebar (*disseminated*) dan terdapat pada *massiv vein*. Vein kuarsa dijumpai dengan ketebalan sampai 1 cm, dengan warna putih dan keabu-abuan dan berkristal, tekstur banded dan vuggy dengan komposisi tambahan oksida besi, dan lempung serta pirit. Urat (*veinlet*) kuarsa dijumpai di sepanjang Sungai Bête-bete dan Sungai Wangeotak. Alterasi hidrotermal merupakan proses yang meliputi perubahan secara mineralogi, kimia dan tekstur yang dihasilkan dari interaksi larutan hidrotermal dengan batuan yang dilaluinya pada kondisi fisika-kimia tertentu [1].



Gambar 8. Pengamatan minergrafi vein kuarsa di lokasi penelitian pada sampel SP02A dan SP03 yang menampakkan (Py = Pirit, Sph = Sfalerit, Cpy = Kalkopirit, dan Qtz = Kuarsa)

Sesuai hasil analisis megaskopis, mikroskopis (sayatan tipis dan sayatan poles), dan XRD serta AAS. Mineral-mineral *gangue* yang terdapa di *veinlet* kuarsa adalah montmorillonit, klorit, smektit, kaolinit, halloysit dan karbonat. Sementara *ore* adalah emas (Au), perak (Ag), dan tembaga (Cu) serta mineral non-logan pirit, kalkopirit, sfalerit, dan magnetit [9]. Kumpulan mineral opak terbentuk menyebar (*disseminated*). Vein kuarsa pada lokasi penelitian Tabobo memiliki tekstur kristal halus dan vuggy, dengan batuan induknya andesit berubah. Untuk lebih jelasnya uraian prediksi model mineralisasi daerah prospek Tabobo dapat disajikan pada (Tabel 4 dan Tabel 5), berdasarkan pada pendapat (Buchanan, 1981, Corbett & Leach [10]).

Mencermati perbandingan antara karakteristik endapan hidrotermal di daerah penelitian dengan karakteristik ideal tipe endapan epitermal yang telah dijelaskan di atas, dapat dikatakan bahwa karakteristik endapan hidrotermal di daerah penelitian lebih mendekati ciri tipe endapan epitermal sulfida rendah, meskipun terdapat beberapa anomali, termasuk adanya kehadiran opal di antara mineral-mineral asosiasi lainnya yang identik dengan sulfida tinggi.

Tabel 5. Tipe endapan Sulfida Rendah [10] [11] yang bandingkan dengan lokasi penelitian [12]

Kriteria	Sulfida Rendah	Daerah Penelitian
Alterasi	Serisit/Illit-argilik-propilitik, Urat kuarsa, karbonat	Smektit, monmorillonit, kaolinit, urat kursor, dan adanya karbonat
Mineral Biji	Pirit, elektrum, emas, galena, spalerit, kalkopirit, arsenopirit,	Pirit, kalkopirit, sfalerit
Mineral Gangue	Kuarsa, Kalsedon, karbonat, adularia, illit, kaolinit, klorit	Kuarsa, klorit, karbonat
Bentuk Endapan	Urat (<i>veinlet</i>) dengan desiminasi dan penggantian	Urat dominan banyak vein (<i>multiple vein</i>), meskipun tak beraturan
Tekstur	Urat, <i>Cavity Filling (bands, colloforms, druses)</i> , breksi	Urat kristalin, berongga, vuggy
Logam Ekonomis	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, As, Hg, Te, Sb	Au, Ag, Cu

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dijabarkan tersebut, kajian ini dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut :

- 1) Endapan hidrotermal yang berkembang di lokasi penelitian adalah tipe endapan epitermal sulfida rendah. Adapun Tipe alterasi hidrotermal yang berkembang di daerah penelitian adalah alterasi Argilik (Kuarsa-Klorit-Montmorillonit-pirit), dan propilitik (Smektit-Epidot-Karbonat-pirit), dikontrol oleh batuan induk andesit.
- 2) Mineralisasi di daerah penelitian didominasi oleh pirit dengan pola menyebar (*disseminated*) dan menyebar pada bagian vein serta sebagian digantikan oleh mineral kalkopirit. Berdasarkan karakteristik tersebut termasuk jenis tipe endapan epitermal sulfida menengah dengan host rock batuan andesit.

5. Referensi

- [1] Pirajno, Franco, 2009, Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Australia: The University of Western Australia.
- [2] Browne, P.R.L., 1978: Hydrothermal alteration in active geothermal fields. *Annual Review Earth and Planetary Sciences* 6, 229–250.
- [3] Corbett, G., 2004, Epithermal and porphyry gold-Geological models dalam Pacrim Congress 2004, Adelaide, *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, p. 15-23.
- [4] PT. BHM, 2017. Laporan Eksplorasi PT. Beringin Halmahera Mineral. Ternate

- [5] Supriatna, S., 1980. Peta Geologi Lembar Morotai – Maluku Utara. Bandung: Pusat Survey Geologi.
- [6] Hirmawan, Febri, 2007, Riset; Bergulirlah Proses Ilmiah, Unpad, Bandung
- [7] Firman, F. (2020). ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT ABU BATUBARA PLTU BANGKO BARAT KAB. MUARA ENIM SUMATERA SELATAN. *Journal Of Science And Engineering*, 3(1).
- [8] Conoras, W. A., Rasai, J., & Djin, A. (2020). Pemodelan Litologi dan Estimasi Sumberdaya Au Epithermal Daerah Loloda, Halmahera Barat Dengan Pendekatan Metoda Estimasi Inverse Distance Weight. *DINTEK*, 13(1), 28-38.
- [9] Corbett G and Leach T, 1996, Southwest Pacific Rim Gold-Copper System: Structure, Alteration, and Mineralization, Manual Kursus Singkat Eksplorasi di Baguio, Philippines.
- [10] Hedenquist, J.W and White N.C, 1996, Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration. Kursus Singkat, The University of Western Australia.
- [11] Madi, A., Syafri, I., & Rosana, M. F. (2018). IDENTIFIKASI MINERAL LEMPUNG PADA ENDAPAN HIDROTERMAL PROSPEK TABOBO-MALIFUT, HALMAHERA UTARA PROVINSI MALUKU UTARA. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 16(1), 27-32.
- [12] Mega, F Rosana dkk, 2016, *Alterasi Dan Mineralisasi Daerah Gunung Buleud, Desa Garumukti, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat*. Bandung: UNPAD.