ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Karakteristik Mineralisasi dan Geokimia Skarn Pb-Zn-Cu-Ag, Ruwai, Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah

Siti Rahmawati H. Budiawan *[1], Waterman Sulistyana Bargawa [1], Arifudrin Idrus [2]
[1]Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
[2]Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
*e-mail: srahmawati641@gmail.com

Info Artikel
Diserahkan:
20 Juli 2022
Direvisi:
26 Juli 2022
Diterima:
02 Agustus 2022
Diterbitkan:
06 Agustus 2022

Abstrak

Endapan skarn merupakan batuan yang tersusun oleh silika Ca-Fe-Mg-Mn terbentuk oleh penggantian batuan kaya karbonat selama proses metamorfisme regional atau kontak dan metasomatisme sebagai respon pada intrusi batuan beku dari bermacam-macam komposisi (Einaudi et al., 1981) [2]. Keberadaan endapan skarn di Indonesia salah satunya berada di Ruwai, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik mineralisasi dan geomikia bijih endapan skarn Pb-Zn-Cu-Ag dengan menggunakan metoda analisis petrografi, mikroskopis bijih, dan geokimia bijih ICP-MS. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa mineralisasi skarn Ruwai terbagi dalam dua kategori yaitu mineral prograde kumpulan mineral yang terbentuk pada suhu tinggi dan retrograde kumpulan mineral yang terbentuk pada suhu rendah. Mineral prograde dicirikan oleh kuarsa, sedangkan mineral retrograde dicirikan adanya klorit dan kalsit. Mineral bijih dikarakterisasi oleh adanya galena (PbS), sfalerit (ZnS), kalkopirit ($CuFeS_2$) dan pirit (FeS_2). Secara geokimia memiliki kadar logam dasar Pb-Zn-Cu-Ag yang tinggi. tetapi dari ke empat unsur tersebut kadar logam Zn yang paling tertinggi yaitu 50.000 ppm.

Kata Kunci: Skarn, Mineralisasi, Geokimia Bijih.

Abstract

Skarn deposits are rocks composed of Ca-Fe-Mg-Mn silica formed by the replacement of carbonate-rich rocks during regional of contact metamorphism in response to igneous intrusion of various compositions (Einaudi et al., 1981). One of the skarn deposits in Indonesia is in Ruwai, Lamandau Regency, Central Kalimantan. The purpose of this study was to determine the mineralization and geochemical characteristics of Pb-Zn-Cu-Ag ore skarn deposits by using petrographic analysis, microscopic ore analysis, and ICP-MS ore geochemistry. The results of this study indicate that the Ruwai skarn mineralization is divided into two categories, namely prograde mineral assemblages formed at low temperatures. Prograde minerals are characterized by quartz, while retrograde minerals are characterized by the presence of chlorite and calcite. The ore minerals are characterized by the presence of galena (PbS), sphalerite (ZnS), chalcopyrite ($CuFeS_2$) and pyrite (FeS_2). Geochemically it has a high base metal content of Pb-Zn-Cu-Ag but of the four elements, the highest Zn metal content is 50,000 ppm.

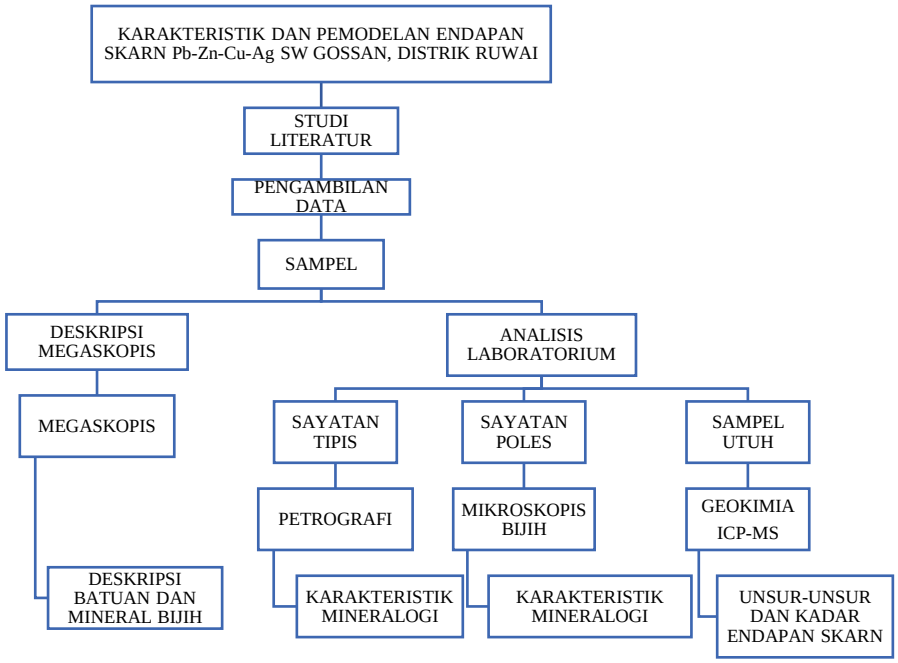
Keywords: Skarn, Mineralization, Ore Geochemistry.

1. Pendahuluan

Logam dasar (Pb,Zn,Cu,Ag) meupakan salah satu komoditas tambang yang memiliki nilai ekonomis dan masih menjadi komoditas penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan peningkatan konsumsi logam dasar tersebut, maka diperlukan persedian bahan baku yang cukup. Salah satu cara untuk meningkatkan persedian bahan baku logam tersebut adalah dengan adanya kegiatan ekplorasi lanjutan. Endapan skarn merupakan batuan yang tersusun oleh silikat Ca-Fe-Mg-Mn terbentuk oleh penggantian batuan kaya karbonat selama proses metamorfisme regional atau kontak dan metasomatisme sebagai respon pada intrusi batuan beku dari bermacam-macam komposisi (Einaudi et al., 1981) [2]. Skarn terbentuk hampir pada semua jenis batuan dengan berbagai umur. Sebagian besar ditemukan pada litologi yang mengandung kalsit. Skarn juga dapat terbentuk dari tipe-tipe batuan lain termasuk batuserpih, batupasir, tuf, breksi, konglomerat, andesit dan sekis (Meinert 1992) [5]. Keberadaan deposit skarn di Indonesia salah satunya berada di Ruwai, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah. Aspek yang mengontrol terbentuknya endapan skarn Ruwai yaitu adanya kontak batu beku granit yang mengintrusi batuan sedimen dan batuan vulkanik diatasnya, serta struktur yang berarah South West-North East (Idrus, dkk 2011) [3]. Analisis mineralisasi bijih dan geokimia terhadap sampel sampel penting untuk dilakukan untuk memahami karakteristik mineralisasi bijih dan geokimia bijih dari endapan skarn tersebut. Hasil analisis ini diperlukan untuk mendukung kegiatan eksplorasi selanjutnya di daerah penelitian. Analisis ini membedakan dengan penelitian sebelumnya (Idrus dkk 2011) [3], meliputi aspek geologi, geokimia batuan dan kimia mineral, serta inklusi fluida sedangkan pada penelitian ini membahas meliputi karakteristik mineralisasi dan geokimia bijih dengan analisis ICP-MS (*Inductively Absorption Spectrometry*).

2. Metodologi

Terdapat dua metode digunakan pada penelitian ini yaitu kegiatan lapangan dan analisis laboratorium, tahapan penelitian ini dirangkum seperti bagan alir **(Gambar 1)**. Kegiatan lapangan meliputi pengambilan sampel batuan permukaan sedangkan analisis yang dilgunakan di laboratorium adalah analisis petrografi, analisis mikroskopis bijih dan analisis geokimia ICP-MS (*Inductively Absorpion Spectrometry*). Analisis petrografi dilakukan pada 7 sayatan tipis, analisis mikroskopis bijih dilakukan pada 7 sayatan poles dan geokimia ICP-MS (*Inductively Absorpion Spectrometry*) dilakukan sebanyak 7 sampel batuan.

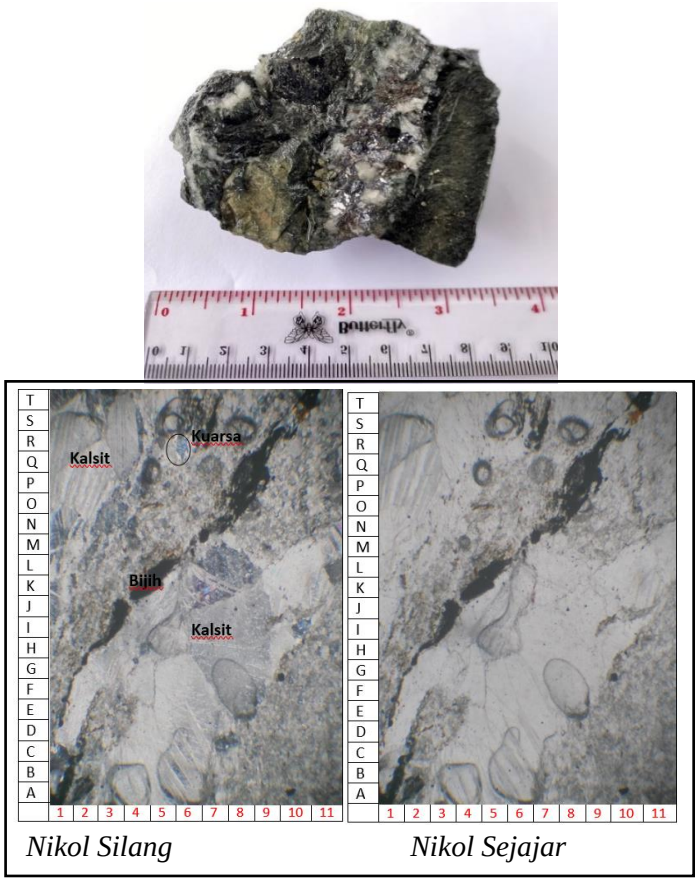


Gambar 1. Bagan alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

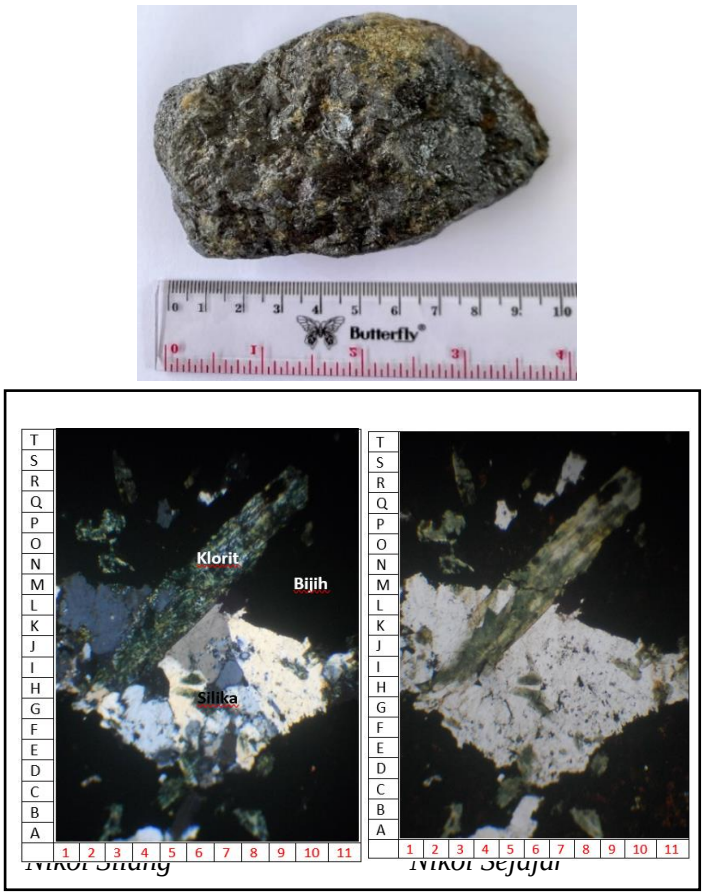
3.1 Karakteristik Mineralisasi

Karakteristik mineralisasi berdasarkan analisis petrografi menghasilkan mineral silika, chlorite, calcite, dan mineralisasi bijih. Berdasarkan pengamatan mikroskopis analisis petrografi mempunyai pembesar 30x Pada sayatan batugamping kristalin (teralterasi), non klastik, berwarna krem-coklat, batuan tersusun oleh mineral kalsit, dengan ukuran mineral 0,15-0,5 mm. Banyak dijumpai urat-urat kuarsa dan kalsit diantara urat-urat kuarsa dijumpai mineral bijih yang hadir bersamaan dengan kuarsa sepanjang fracture batuan/urat. Memiliki komponen penyusun yaitu Calcite sebanyak 85% tidak memiliki warna, dengan relief sedang, dan memiliki ukuran 0,15-0,5 mm dan bias rangkap ekstrim. (A-K,3-9). Mineral sekunder (Alterasi) berupa silika (fine quartz) sebanyak 10%, tidak memiliki warna-kuning, jerami orde I, dengan relief rendah, terdapat indeks bias n>nKb, pemadaman bergelombang, Berukuran 0,01-0,05 mm. hadir mengisi fracture (quartz vein) (G-L,1-5). Mineral bijih sebanyak 5%, berwarna hitam, relief sangat tinggi, isotop, dan memiliki ukuran 0,05 -1,5 mm. berupa mineral sulfida (pyrite) dan iron oxide. (K-L,4-6). (Gambar 2).



Gambar 1. Analisis Petrografi

Berdasarkan pengamatan mikroskopis sayatan tipis (petrografi) mempunyai pembesar 30x. Sayatan tipis urat kuarsa, berwarna abu-abu gelap hitam, komposisi tersusun oleh mineral silika (quartz) dan mineral bijih (sulfida) serta spot-spot dijumpai mineral Fe oksida. Ukuran mineral 0,05-1,5 mm. memiliki komposisi mineral terdiri dari Silika (fine quartz) sebesar 20 %, tidak berwarna-kuning, Jerami orde I, dengan relief rendah, terdapat indeks bias n>nKb, pemadaman bergelombang, dengan ukuran 0,01-1,2 mm. memiliki tekstur massive. (M-D, 1-11). Terdapat chlorite sebanyak 10%, berwarna hijau-hijau kekuningan, terdapat indeks bias n>nKb, memiliki belahan parallel/satu arah, fibrous, berukuran butir 0,05-1,2 mm. (H-S, 2-10). Mineral bijih terdapat 70%, memiliki warna hitam, dengan relief yang tinggi, isotop, ukuran 0,05 -1,5 mm. berupa mineral sulfida (pyrite, galena, dan sphalerite) dan iron oxide. (A-G, 1- 4) (Gambar 3).



Gambar 3. Analisis Petrografi

3.2 Karakteristik Mineral Bijih

Pengamatan sayaran poles mengindikasikan bahwa tubuh bijih skarn di Ruwai dicirikan oleh kehadiran mineral-mineral kelompok sulfida (Tabel. 1) Mineral sulfida terdiri dari mineral galena, sfalerit, kalkopirit dan pirit (Gambar. 4).

Tabel 1. Mineral – mineral bijih yang terdapat pada daerah peneltian

Kelompok Mineral	Mineral Bijh	Singkatan	Rumus Kimia
Sulfida	Galena	Gn	PbS
	Sfalerit	Sph	ZnS
	Kalkopirit	Cp	CuFeS2
	Pirit	Py	FeS2

Galena (PbS)

Galena merupakan salah satu mineral bijih yang banyak dijumpai pada daerah penelitian ini. Mineral bijih ini hadir dalam bentuk massif dan kristal-kristal yang berukuran sedang hingga kasar. Secara analisis mikroskopis bijih menunjukan warna putih, reflektifitasnya kuat, memiliki belahan yang sempurna. Bentuknya yang subhedral-anhedral. Memiliki tekstur khas triangular pit, dengan ukuran 0,05-1,5 mm, warna interferensi gelap, isotropic, reflektansi yang tidak teramati dengan kelimpahan bervariasi sekitar 40%. Mineral asosiasi terdapat mineral sulfida terutama sfalerit, kalkopirit dan pirit (Gambar 4.a).

Sfalerit (ZnS)

Secara megaskopis sfalerit berwarna abu-abu kemerahan, sering berasosiasi dengan galena dan membentuk sulfida massif semi-transparan. Berdasarkan analisis mikroskopis bijih, sfalerit

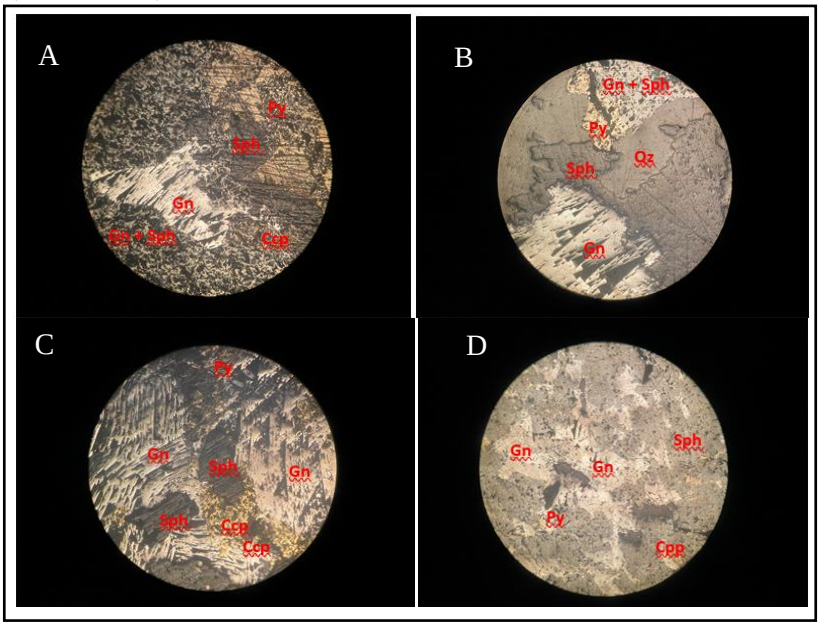
menunjukan warna abu-abu, reflektifitasnya sedang, terdapat belahan yang sempurna, reflektansi internal tidak teramati, memiliki tekstur khusus berupa *chalcopyrite disease*, kelimpahan mencapai 30%. Mineral asosiasi berupa galena dan pirit (Gambar 4.b).

Kalkopirit ($CuFe_2$)

Kalkopirit merupakan mineral sulfida tembaga yang cukup melimpah di daerah penelitian, secara megaskopis kalkopirit berwarna kuning keemasan. Secara analisis mikroskopis bijih menunujukan kalkopirit berwarna kuning-kuning pucat, bireflektansi lemah, dengan reflektifitasnya kuat, menunjukan adanya belahan, bentuknya sebhedral-auhedral, hadir secara individual, mengisi rekahan dan juga sebagai *chalcopyrite disease* dalam sfalerit, ukuran 0,05-1,5 mm, warna interferensi coklat gelap, bersifat anisotropik lemah (berubah abu-abu-biru sampai kuning-hijau), pleokroisme tidak teramati, kelimpahan 20%, mineral asosiasi galena, pirit dan sfalerit (Gambar 4.c).

Pirit (FeS_2)

Pirit merupakan mineral yang sering dijumpai pada daerah penelitian. Karakteristik pirit secara megaskopis memiliki warna kuning dengan tekstur kubik, berukuran halus hingga kasar. Secara analisis mikroskopis bijih, pirit menunjukan warna putih kekuningan, bireflektansi tidak hadir, reflektifitasnya menunjukan adanya belahan, bersifat anisotropik lemah, memiliki teksutr idiomorph, zonasi umum dijumpai, sferikal disebut sebagai framboidal. Mineral asosiasi galena, sfalerit dan kalkopirit (Gambar 4.d).



Gambar. 4 Foto mikroskopis bijih A. sampel kode SWG 4 mineral yang berasosiasi galena yaitu sfalerit, kalkopirit dan pirit, B. sampel kode SWG 3 mineral asosiasi sfalerit yaitu galena dan pirit, C. sampel kode SWG 2 mineral asosiasi kalkopirit yaitu galena, pirit dan sfalerit D. sampel kode SWG 6 mineral asosiasi pirit yaitu galena, sfalerit dan kalkopirit.

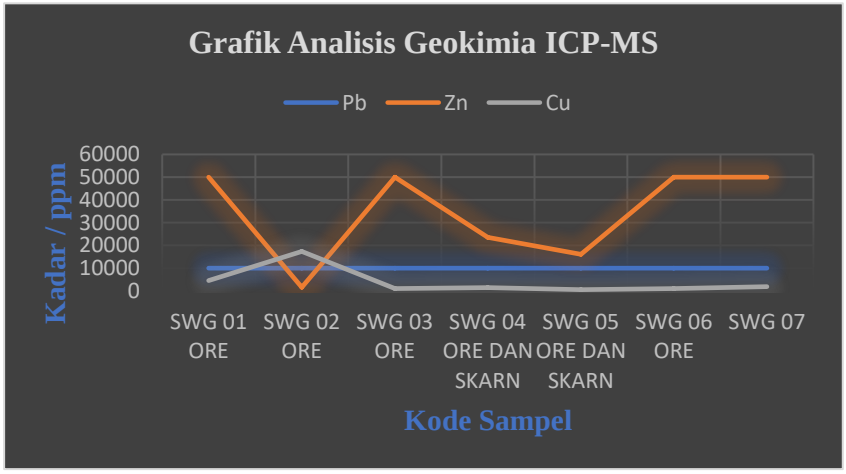
3.3 Geokimia Bijih

Metoda yang digunakan dalam karakteristik geokimia menggunakan ICP-MS (*Inductively Absorption Spectrometry*) memiliki komponen unsur-unsur logam berupa Pb-Zn-Cu-Ag. Unsur-unsur tersebut menghasilkan kadar sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Geokimia ICP-MS

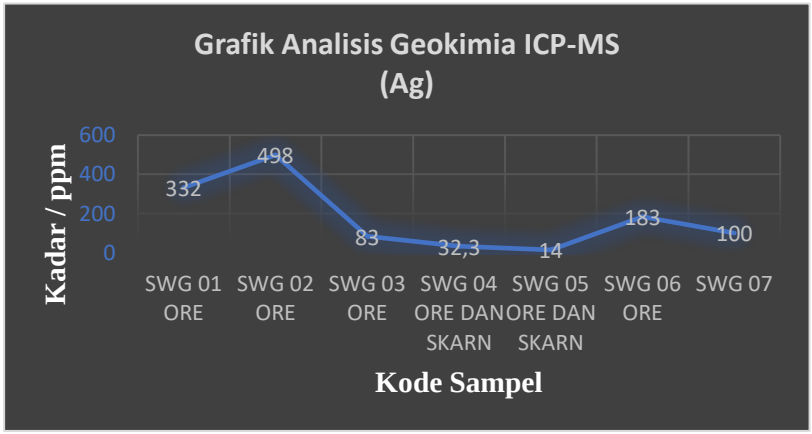
IDENT	Pb	Zn	Cu	Ag
UNITS	ppm	ppm	ppm	ppm
DET.LIM	1	1	1	0.1
SCHEME	4A/MS	4A/OE	4A/OE	4A/MS
SWG 01 ORE	10000	50000	4510	332
SWG 02 ORE	10000	1580	17300	498
SWG 03 ORE	10000	50000	1010	83
SWG 04 ORE DAN SKARN	10000	23600	1500	32.3
SWG 05 ORE DAN SKARN	10000	16100	541	14
SWG 06 ORE	10000	50000	974	183
SWG 07	10000	50000	1800	100
Rata-Rata	**10000**	**34468.57**	**3947.857**	**177.4714**

Grafik 1. Ringkasan data kadar berdasarkan analisis geokimia ICP-MS



Berdasarkan hasil analisis geokimia yang ditunjukan pada grafik 1. diatas kandungan unsur Pb pada setiap sampel sebesar 10.000 ppm ditunjukan dengan garis berwarna biru pada grafik 1. unsur Zn nilai tertinggi pada sampel 1, 6 dan 7 dengan nilai 50.000 ppm dan nilai terendah pada sampel 2 dengan kadar 1.580 ppm ditunjukan dengan garis berwarna orange pada grafik 1. unsur Cu tertinggi pada sampel 2 dengan nilai 17.300 ppm dan nilai terendah pada sampel 5 dengan kadar 541 ppm ditunjukan dengan garis berwarna abu-abu pada grafik 1.

Grafik 2. Ringkasan data kadar berdasarkan analisis geokimia ICP-MS



Berdarkan grafik diatas unsur Ag nilai tertinggi pada sampel 2 dengan kadar 498 ppm dan nilai terendah pada sampel 5 dengan nilai 14 ppm ditunjukan dengan garis berwarna kuning pada grafik 2.

3.4. Karakteristik Endapan Skarn dan Paragenesis Mineral

Menggambarkan persebaran spasial dan temporal zona alterasi yang umum ditemukan pada endapan skarn (Meinert 1992) [5]. Terdapat dua zona yang mineralisasi dibahas pada bagian ini, zona alterasi pogradasi dan zona alterasi retrograde karena dua zona ini paling berhubungan dengan aktivitas mineralisasi bijih. Batuan induk mineralisasi bijih logam dasar Pb-Zn-Cu-Ag di daerah peneltian terdiri dari batugamping dan batulanau. Kedua batuan tersebut telah mengalami proses alterasi kalt-silikat, alterasi kalt-silikat terbagi dalam 2 tipe alterasi yaitu alterasi skarn prograde dan alterasi skarn retrograde. Pembagian zona alterasi tersebut berdasarkan atas kelimpahan mineral alterasi yang diperoleh dari kenampakan megaskopis batuan, analisis petrografi dan mikroskopis bijih.

Skarn prograde dicirikan oleh kuarsa, sedangkan skarn retrograde dicirikan hadirnya klorit dan kalsit. Mineral mulai terbentuk pada tahap retrograde.

Berdasarkan hasil integrasi semua data yang ada, maka sekuen paragenesa mineral pada endapan skarn Ruwai terbagi dalam 2 tahap pembentukan yaitu, skarn prograde dan retrograde. Tahap pertama adalah terbentuknya skarn prograde yang dicirikan oleh hadirnya kuarsa. Tahap kedua terbentuknya skarn retrograde yang dicirikan oleh hadirnya klorit dan kalsit. Mineralisasi bijih terbentuk pada tahap pembentukan skarn retrograde awal. Kelimphahan mineral skarn di daerah penelitian tergambar dalam sekuen paragenesa (Gambar. 5) yang merujuk pada klasifikasi Morrison (1997) [11] berdasarkan presentase mineral sekunder yang hadir.

Mineral	**Tahap Pembentukan Endapan Skarn**	
	Awal ……Akhir	
	Prograde	**Retrograde**
	>300°C	150-300°C
Kuarsa		
Klorit		
Kalsit		
Galena		
Sfalerit		
Kalkopirit		
Pirit		

Gambar 5. Paragenesa mineral alterasi dan mineralisasi bijih daerah penelitian

4. Kesimpulan

Secara mineralisasi skarn Ruwai terbagi dalam dua kategori yaitu mineral prograde kumpulan mineral terbentuk pada suhu tinggi dan retrograde kompulan mineral yang terbentuk pada suhu rendah. Mineral prograde dicirikan oleh kuarsa, sedangkan mineral retrograde dicirikan oleh adanya klorit dan kalsit. Mineral bijih dikarakterisasi adanya galena (PbS), sfalerit (ZnS), kalkopirit ($CuFeS_2$), dan pirit (FeS_2).

Secara geokimia memiliki kadar logam dasar Pb-Zn-Cu-Ag yang tinggi, tetapi dari ke empat unsur tersebut kadar logam Zn ynag paling tertinggi yaitu 50.000 ppm.

Daftar Pustaka

[1] Dana, C.D.P., Jordan R.S., Putu, G.S., Aditya, Anggara, W., 2019, Hydrothermal Alteration Zoning and Mineralization Style in Southwest Gossan Block of Ruwai Skarn Zn-Pb-Ag Deposit, Lamandau, Central Borneo: an implication to ore genesis and exploration, *Proceesing Joint Convention* Yogyakarta 2019, hal 1-6

[2] Einaudi, M.T., Meinert, L.D., and Newberry, R.J., 1981, Skarn deposits: ECONOMIC GEOLOGY 75TH ANNIVERSARRY VOLUME, p. 317-391.

[3] Idrus, A., Setijadji, L,d., Thamba, F., 2011 Geology and Characteristics of Pb-Zn-Cu-Ag Skarn Deposit at Ruwai, Lamandau Regency, Central Kalimantan. Jurnal Geologi Indonesia, hal 191-201.
[4] Lim, E., Yoo, B., Shin, D, 2016, Skarnization and Fe Mineralization at the Western Orebody in the Manjang Deposit, Goesan, J. Miner. Soc. Korea, v. 29 hal. 141-153
[5] Meinert, L. D., 1992, Skarn and Skarns Deposits, Geoscience Canada, v.19, hal. 145–162.
[6] Mollaei, H., Yaghubpur, A.M., dan Attar, R.S., 2009, Geology and Geochemistry of Skarn Deposits in the Northern Part of Athar Batholith, East Azarbaijan, NW Iran, Iranian Journal of Earth Sciences, hal. 15-34.
[7] Pirajno, F., 2013, Chapter 7. Effects of Metasomatism on Mineral Systems and Their Host Rocks: Alkali Metasomatsm, Skarn, Greisens, Tourmalinites, Rodingites, Black-Wall Alteration and Listyenites, In Harlov, D. E., Austrheim, H. (eds) Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock: The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes, Springer- Verlag, hal. 203-251.
[8] Ridley, J., 2013, Ore Deposit Geology, Cambridge University Press, USA, 398 hal.
[9] Robb, L., 2005, Introduction to Ore-Forming Processes, Blackwell Science Ltd, 373 hal.
[10] Setijadji, L. D., Basuki, N. I., Prihatoko, S., 2010, Kalimantan Mineral Resources: An Update on Exploration and Mining Trends, Synthesis on Magmatism History and Proposed Models for Metallic Mineralization: Prosiding PIT IAGI Lombok 2010, hal. 14-28.
[11] Morrison, K., 1997, *Important Hydrotermal Minerals and their Significance*, Mineral services, p. 58-63
[12] Setijadji, L, D., Idrus, A., Thamba, F., 2011, Geology of the Ruwai Iron Zn-Pb-Ag Skarn Deposits Lamandau District, Central Kalimantan, Majalah Geologi Indonesia, vol 26, hal. 143-154.
[13] Simbolon, D.R., Cendi D.P., Laurie E.W., 2019, Metallogenic Model of Ruwai Fe-Zn-Pb-Ag Skarn Deposit, Central Kalimantan: Understanding the Complexity from Proximal to Distal Base Metal Mineralization, Proceeding of MGEI Unlocking Concealed and Complex Deposit, hal. 115-122.
[14] Sverdrupa, U., Olafsdottira, A.H., Ragnarsdottirb, K.V., 2019. On the long-term sustainability of copper, zinc and lead supply, using a system dynamics model Harald. Resources, Conservation & Recycling X, 1-21.
[15] Whitney, D.l., Evans, B., 2010, Abbreviations for Names of Rocks-forming Minerals, American Mineralogist, v.95, hal. 185-187.
[16] Williams-Jones, A.E., Samson, I.M., Ault, K.M., Gagnon, J.E., Fryer, B.J., 2010, The Genesis of Distal Zinc Skarns: Evidence from the Mochito Deposit, Honduras, Society of Economic Geologists, v.105, hal. 1411-1440.