

**ANALISIS ALTERASI DAN MINERALISASI MENGGUNAKAN METODE XRD,  
PETROGRAFI DAN MINERAGRAFI DAERAH PROSPEK CIHAUR, SIMPENAN,  
KABUPATEN SUKABUMI****ALTERATION AND MINERALIZATION ANALYSIS USING XRD, PETROGRAPHY  
AND MINERAGRAPHY METHODS, CIHAUR PROSPECT AREA, SIMPENAN,  
SUKABUMI REGENCY****Nadya Finlandini<sup>1</sup>, S. J. Suprpto<sup>1</sup>, A. M. I. Shiddiq<sup>1</sup>, Lia Novalia<sup>2</sup>, M. S. Anshar<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, Indonesia<sup>2</sup>Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Indonesia<sup>3</sup>PT Generasi Muda Bersatu, IndonesiaEmail korespondensi: [nadyafinlandini@gmail.com](mailto:nadyafinlandini@gmail.com)

Diterima: 6 Mei 2024; Direvisi: 5 Juni 2024; Disetujui: 10 September 2024

DOI: <https://doi.org/10.47599/bsdg.v19i3.495>**ABSTRAK**

Daerah penelitian terletak di Cihaur, Sukabumi, Jawa Barat, ditempati oleh Formasi Jampang, berada pada Busur Sunda-Banda. Aktivitas magmatik dan tataan tektonik yang kompleks di Busur tersebut potensial menyebabkan terjadinya mineralisasi, menghasilkan beberapa tipe cebakan bijih seperti porfiri, epitermal, dan skarn. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi alterasi, mineralisasi, dan tipe cebakan bijih pada daerah penelitian. Metodologi penelitian meliputi pengeboran eksplorasi, pemetaan alterasi, dan analisis laboratorium menggunakan metode XRD, petrografi, dan mineragrafi. Alterasi yang berkembang di daerah penelitian terdiri dari alterasi argilik (illit, kaolin, dan smektit), alterasi propilitik (klorit, epidot, dan kalsit), *marbellized* (95% kalsit), dan skarnisasi (klinopiroksen, wollastonit, klorit-skarn, dan epidot-skarn). Pada skarn terdapat indikasi tahap *prograde* yang ditandai oleh mineral piroksen dan wollastonit, serta tahap *retrograde* ditandai oleh mineral epidot, kalsit, dan klorit. Mineralisasi daerah penelitian terdiri dari galena, sfalerit, pirhotit, pirit, dan kalkopirit. Kehadiran mineral piroksen dan wollastonit, serta galena dan sfalerit menunjukkan bahwa skarn terbentuk pada zona menengah hingga distal.

**Kata kunci:** Skarn, Alterasi, Mineralisasi, XRD, Petrografi, Mineragrafi**ABSTRACT**

*The research is located in Cihaur, Sukabumi, West Java, occupied by the Jampang Formation, located in the Sunda-Banda Arc. The magmatic activity and complex tectonic setting in the arc have the potential to cause mineralization, resulting in several types of ore deposits such as porphyry, epithermal and skarn. The objectives of this research are to identify alteration, mineralization, and ore deposit types in the research area. The research methodology includes exploration drilling, alteration mapping, and laboratory analysis using XRD, petrography, and mineragraphy methods. Alteration of the research area consists of argillic alteration (illite, kaolin, and smectite), propylitic alteration (chlorite, epidote, and calcite), marbellized (95%*

*calcite), and skarnization (clinopyroxene, wollastonite, chlorite-skarn, and epidote-skarn). In the skarn there are indications of a prograde stage characterized by pyroxene and wollastonite minerals, and a retrograde stage characterized by epidote, calcite, and chlorite minerals. Mineralization of the research area consists of galena, sphalerite, pyrrhotite, pyrite, and chalcopyrite. The presence of pyroxene and wollastonite minerals, as well as galena and sphalerite indicate that the skarn formed in the intermediate to distal zone.*

**Keywords:** Skarn, Alteration, Mineralization, XRD, Petrography, Mineragraphy

## PENDAHULUAN

Akibat aktivitas magmatik dan tataan tektonik yang kompleks di Indonesia menyebabkan terjadinya mineralisasi, menghasilkan beberapa cebakan bijih seperti tipe porfiri, tipe epitermal, dan tipe skarn. Mineralisasi logam banyak ditemukan di Indonesia, termasuk di Jawa Barat yang terletak pada busur Sunda-Banda, merupakan busur vulkanik yang terbentuk pada zaman Kenozoikum. Busur vulkanik di Jawa Barat menghasilkan dua jalur magmatisme, yaitu jalur magmatisme tua terjadi pada awal Eosen-Miosen dan jalur magmatisme muda pada Miosen-Pliosen. Magmatisme tersebut di Jawa Barat menghasilkan mineralisasi pada Busur Sunda-Banda yang berumur Miosen (mineralisasi Cijulang, Arinem, Cibaliung, dan Ciemas) dan mineralisasi Busur Sunda-Banda berumur Pliosen (mineralisasi Pongkor, Cirotan, dan Cikidang). Sebagian besar mineralisasi merupakan cebakan tipe epitermal dan cebakan tipe porfiri yang mengandung Cu, Au, Pb dan Zn (Laksana, dkk., 2023).

Daerah penelitian terletak di Cihaur, Sukabumi, Jawa Barat ditempati oleh Formasi Jampang dan terdapat mineralisasi Pb-Zn yang merupakan temuan cebakan baru ekonomis di Pulau Jawa, yakni berupa cebakan tipe skarn Pb-Zn. Daerah penelitian ini terletak di dalam wilayah IUP PT Generasi Muda Bersatu (GMB) di Cihaur, Simpenan, Sukabumi, Jawa Barat.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik alterasi dan mineralisasi serta tipe cebakan bijih pada daerah penelitian.

## Geologi Regional

Daerah penelitian ditempati oleh Formasi Jampang diperkirakan berumur Miosen Bawah yang tersusun oleh breksi gunungapi, tufa dari anggota Cikarang, dan lava dari anggota Ciseureuh (Gambar 1). Penyusun utama Formasi Jampang adalah breksi vulkanik, berbutir halus sampai sangat kasar, fragmen-fragmen tersebut umumnya berkisar antara beberapa cm sampai dengan 100 cm, dan ada yang sebesar 350 cm. Satuan ini tidak selaras dengan Formasi Rajamandala dan Formasi Ciletuh.

Formasi Jampang terdiri dari dua bagian, bawah dan atas. Formasi Jampang bagian bawah tersusun oleh napal globigerina, batupasir, tuf breksi andesitik karbonatan, dan dasit, serta terdapat perselingan batugamping foraminifera. Formasi Jampang bagian atas mengandung tuf breksi vulkanik. Batugamping ditemukan di bagian atas dengan dijumpai juga lensa dan nodul batugamping, *dyke, sill, stock* andesitik – dasitik, dan urat kuarsa.

## Cebakan Skarn

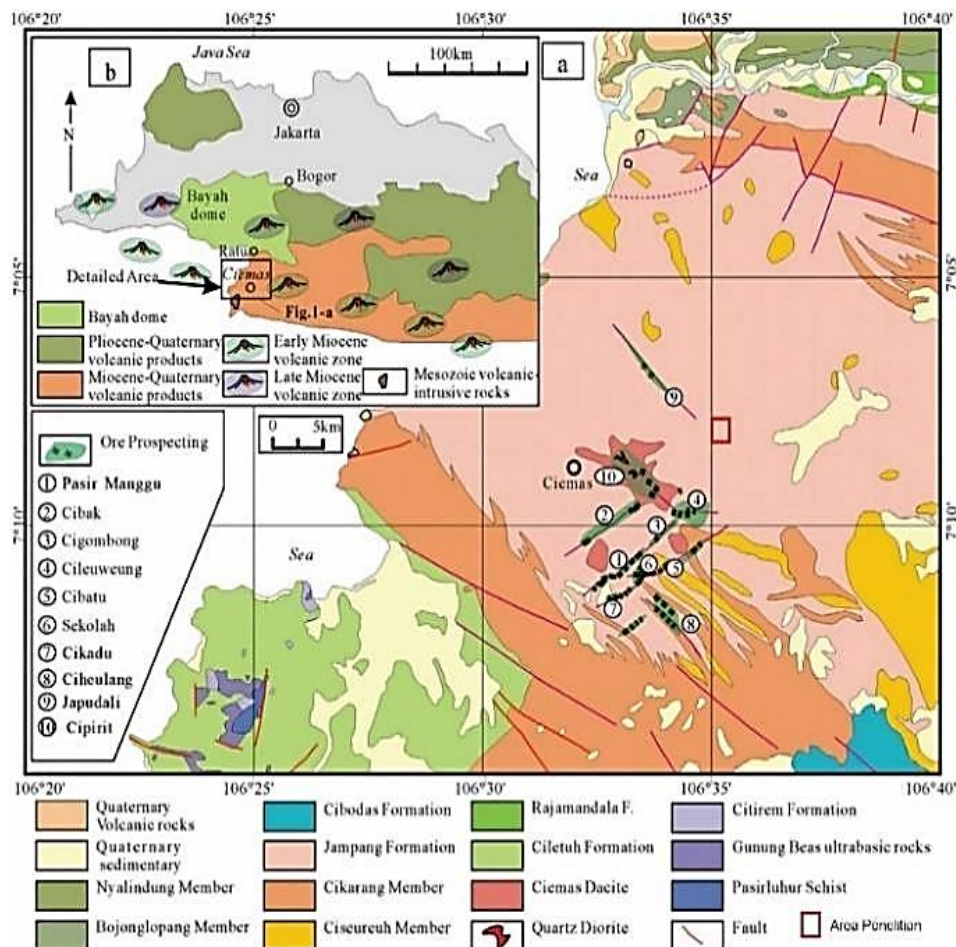
Cebakan skarn adalah jenis cebakan bijih yang terbentuk oleh penggantian metasomatik pada batuan karbonat, biasanya batugamping atau dolomit akibat interaksi dengan larutan hidrotermal kaya silikat. Cebakan skarn banyak dijumpai pada zona kontak antara batuan beku intrusif, seperti granit, dengan batuan karbonat. Skarn juga dapat terbentuk di tempat lain dimana batuan karbonat bersentuhan dengan fluida hidrotermal kaya unsur logam (Robb, 2005).

Mekanisme pembentukan skarn secara umum dapat dikelompokkan yaitu metamorfisme isokimia melibatkan rekristalisasi dan perubahan stabilitas mineral tanpa perpindahan massa yang signifikan, reaksi skarn dapat dihasilkan dari proses metamorfisme terhadap litologi berlapis, seperti serpih dan batugamping, dengan perpindahan massa antar lapisan dalam skala kecil (bimetasomatisme), skarnoid dihasilkan dari metamorfisme litologi yang tidak homogen dengan sejumlah perpindahan massa melalui pergerakan fluida skala kecil. skarn metasomatik yang dikontrol fluida biasanya berbutir kasar dan tidak mencerminkan komposisi atau tekstur protolit (Meinert, 2005).

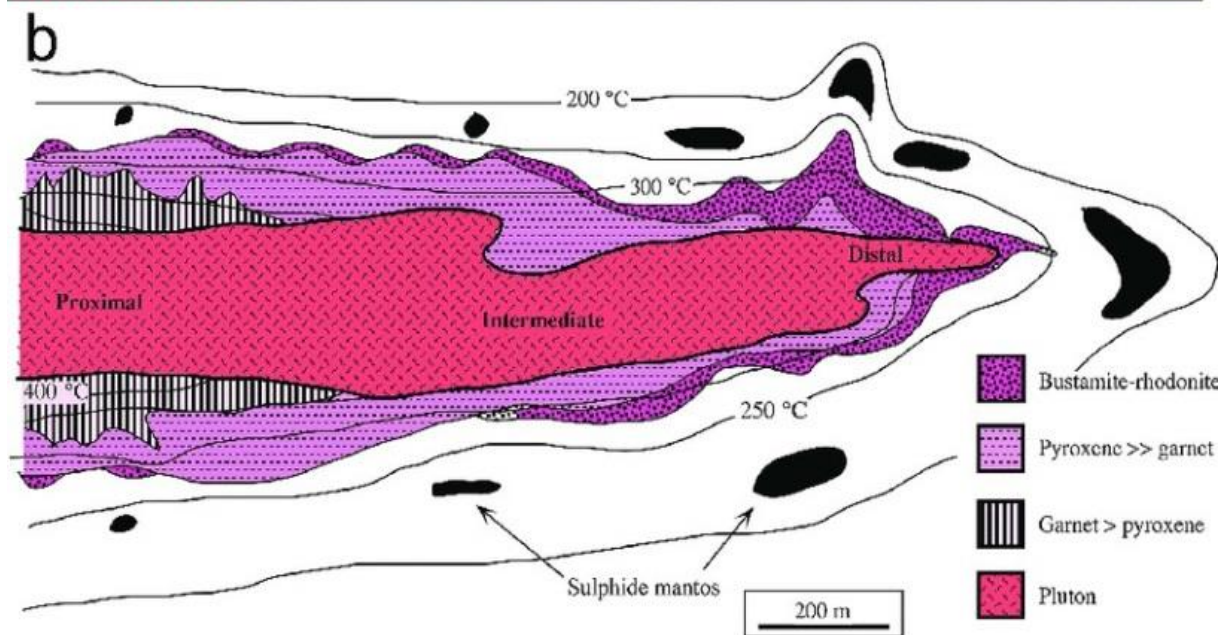
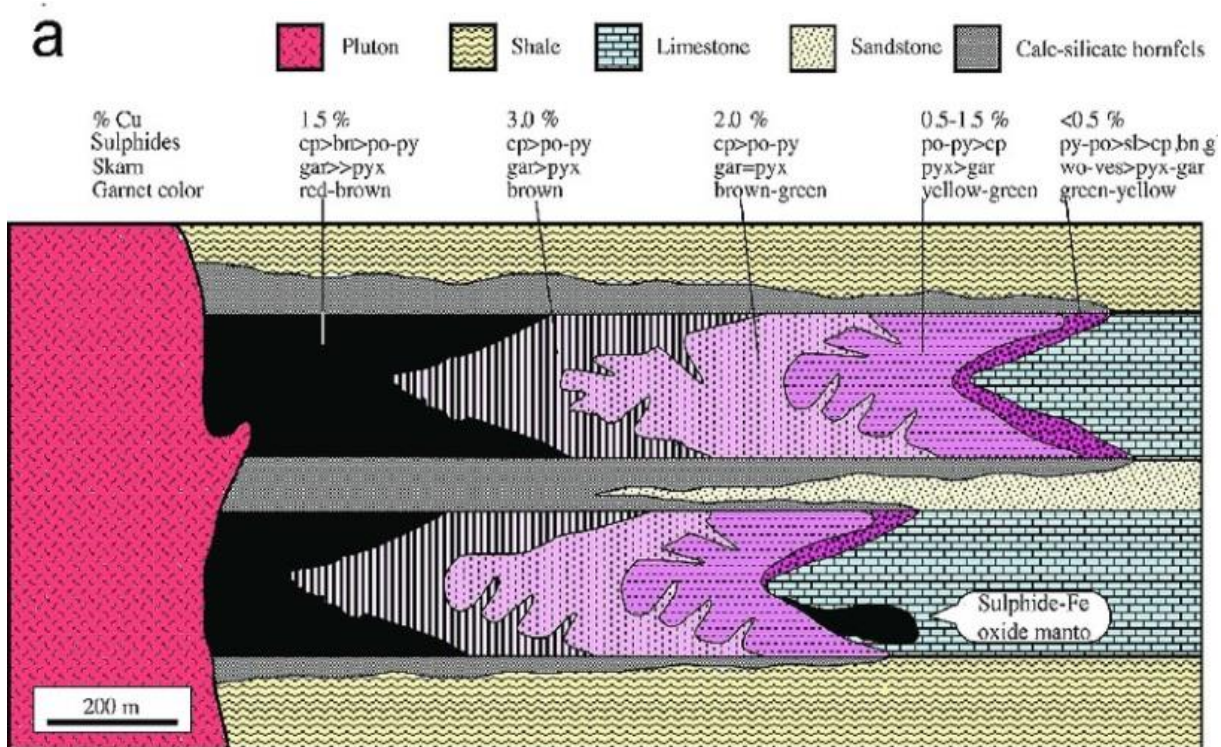
Pola zonasi yang khas telah dijelaskan oleh Meinert (2005), dengan contoh skarn Cu, Au, Pb-Zn dan W. Secara umum, rasio garnet:piroksen tinggi di dekat sumber

intrusif dan/atau saluran fluida, dan menjadi lebih rendah di lokasi yang jauh. Pada bagian depan marmmer, biasanya terdapat zona vesuvianit dan/atau piroksenoid seperti wollastonit, bustamit, atau rhodonit. Jumlah eksoskarn biasanya jauh lebih besar dari pada endoskarn. Warna garnet biasanya lebih terang jika jauh dari saluran fluida, sedangkan warna piroksen menjadi lebih gelap. Pada skala distrik, skarn Cu biasanya terletak di bagian proksimal dan skarn Pb-Zn di bagian distal. Garnet dan piroksen di skarn distal lebih kaya akan manganese (Gambar 2).

Dua tahapan pembentukan skarn dapat diidentifikasi secara mikroskopik yakni tahapan *prograde* dan *retrograde* (He Lei, et al., 2024). Tahap *prograde* diindikasikan oleh kehadiran mineral garnet, vesuvianit, piroksen, wolastonit. Tahap *retrograde* dicirikan oleh kehadiran mineral *axinite*, aktinolit, epidot, klorit (Gambar 3).

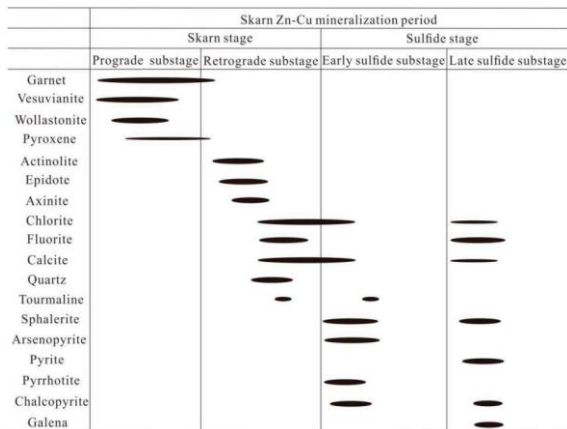


**Gambar 1.** Peta Geologi Daerah Ciemas, Jawa Barat (Zhang, et al., 2015)



Feature	Proximal	Intermediate	Distal
Garnet:pyroxene	> 1:1	1:20	No garnet
Max Jo in pyroxene	< 25 %	25-50 %	> 50 %
Fe oxides	mt > hm	hm ~ mt	hm > mt
Ore sulphides	sl > gl ~ cp	sl > gl > cp	sl ~ gl > cp
Skarn:manto ore	> 10	1-10	< 1
Temperature	> 400 °C	320° - 400 °C	< 320 °C
Salinity (NaCl eq. wt. %)	> 15 %	7.5-15 %	< 7.5 %
Zn/Cu	< 10	10-20	> 20
Zn/Pb	> 5	2-5	< 2
Pb/Cu	< 5	5-10	> 10

**Gambar 2.** Pola zonasi skarn Cu; 2b. Pola zonasi skarn Zn (Meinert, et al., 2005)



**Gambar 3.** Paragenesis dari himpunan mineral yang menunjukkan urutan mineralisasi Zn-Cu deposit skarn (He Lei, et al., 2024)

### METODOLOGI

Data pada penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa geologi regional. Data primer didapatkan dari hasil pengeboran eksplorasi dan pemetaan alterasi dinding *Pit*, serta analisis laboratorium menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), petrografi, dan mineragrafi. Analisis laboratorium tersebut dilakukan di Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP).

Sebanyak dua sampel batuan teralterasi dilakukan analisis XRD untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat yang hasilnya untuk mengetahui jenis mineral alterasi (lempung) (Gambar 4).



**Gambar 4.** Preparasi sampel XRD

Empat sampel batuan dilakukan analisis petrografi melalui pengamatan mineral alterasi di bawah mikroskop polarisasi untuk menentukan jenis mineral alterasi dan jenis batuan (Gambar 5).



**Gambar 5.** Analisis Petrografi

Satu sampel mineral bijih sulfida dianalisis mineragrafi yang bertujuan untuk mendeskripsi tekstur dan kumpulan mineral bijih (*ore minerals*) dengan menggunakan mikroskop refleksi (Gambar 6).



**Gambar 6.** Analisis Mineragrafi

Pengeboran eksplorasi dilakukan pada empat titik dengan nomor lubang bor A\_01, B\_01, C\_01, dan D\_01, berada pada jarak ±300 meter di sebelah selatan dari lokasi sampel dinding *Pit*. Kedalaman lubang bor 200 sampai 300 meter. Dari hasil pengeboran didapatkan log litologi, alterasi, dan mineralisasi. Sampel yang diambil dari lokasi *Pit* berjumlah empat sampel dengan kode terdiri dari NP\_TB, NP\_DAC, NP\_LSTM, dan NP\_LMS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

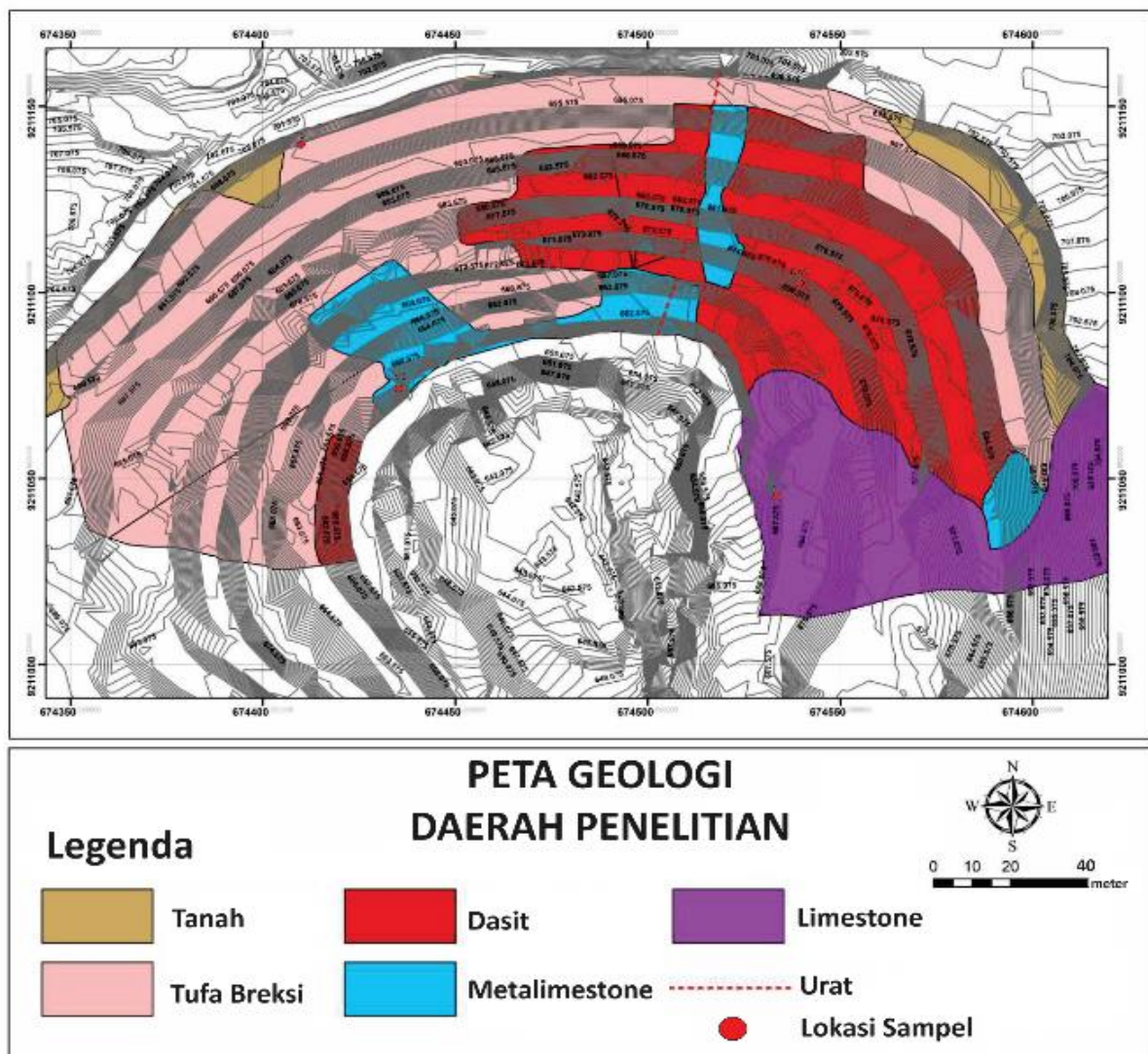
### Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan bagian dari wilayah eksplorasi konsesi PT Generasi Muda Bersatu (GMB), tepatnya berlokasi di Cihaur, Simpenan, Sukabumi, Jawa Barat. Sebagian besar daerah penelitian ditempati oleh Formasi Jampang dengan litologi terdiri atas batuan vulkanik, dasit, batugamping, dan *metalimestone* (Gambar 7).

### Log Inti Bor

Berdasarkan hasil *logging* inti bor pada lubang nomor A\_01, B\_01, C\_01, dan

D\_01 diperoleh litologi batuan vulkanik (Gambar 8) (lapilli tuf, tuf breksia, kristal tuf, *calcareous lapilli tuf*), dasit (Gambar 9), *metalimestone* (Gambar 10), batugamping dan skarn (Gambar 11). Terdapat alterasi argilik yang dicirikan oleh mineral kaolin dan smektit. Alterasi propilitik dicirikan oleh mineral klorit, epidot, dan kalsit. *Marbellized* dicirikan oleh mineral yang hampir keseluruhannya kalsit. Skarnisasi dicirikan oleh mineral klinopiroksen, wollastonit, klorit-skarn, dan epidot-skarn. Zona mineralisasi yang diperoleh dari hasil pengeboran berupa skarn dicirikan oleh adanya galena (PbS), sfalerit (ZnS), pirhotit ( $Fe_{(1-x)}S$ ), pirit ( $FeS_2$ ), dan kalkopirit ( $CuFeS_2$ ).



Gambar 7. Peta geologi daerah penelitian



**Gambar 8.** Pada lubang bor nomor A\_01, inti bor kedalaman 15,00 s.d 20,00 meter, memperlihatkan tufa kristal, teralterasi kuat, mineral alterasi berupa kaolin-smektit, terdapat sedikit hematit dan mangan, sangat lapuk



**Gambar 9.** Pada lubang bor nomor A\_01, inti bor kedalaman 240,00 s.d 245,00 meter, memperlihatkan dasit porfiri, teralterasi sedang oleh klorit-epidot-kalsit, dan teralterasi lemah oleh silika, terdapat urat silika di kedalaman 241,65 meter, terdapat *veinlet* epidot dan kalsit, urat kuarsa-kalsit di kedalaman 244,40 meter, kalsit mengisi rekahan, sedikit hornblenda

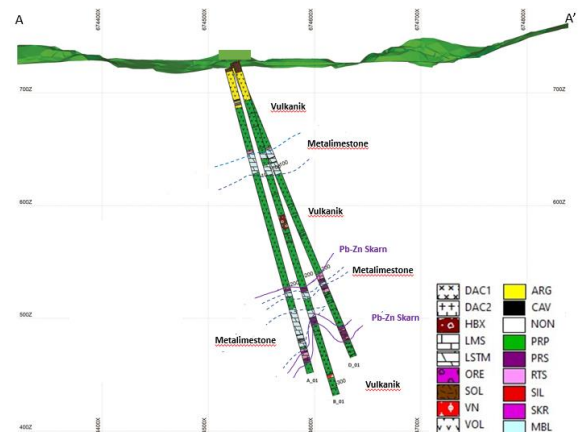


**Gambar 10.** Pada lubang bor nomor A\_01, inti bor kedalaman 90,00 s.d 95,00 meter, memperlihatkan *metalimestone*, termarmirkan sangat kuat, alterasi klorit sangat lemah, terdapat *veinlet* epidot dan klorit, *veinlet* kalsit-kuarsa di kedalaman 92,75 meter, terdapat pirit

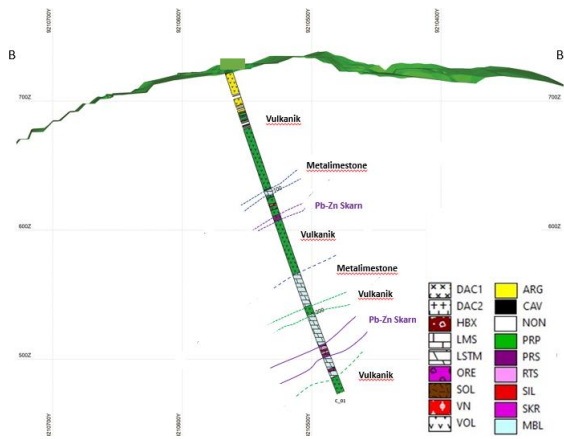


**Gambar 11.** Pada lubang bor nomor A\_01, inti bor kedalaman 256,50 s.d 258,00 meter, memperlihatkan batugamping, teralterasi sedang oleh klinopiroksen - wollastonit, alterasi sedang oleh klorit skarn, pelindian mineral pirhotit, *veinlet* yang terisi pirhotit di kedalaman 257,20 meter, *veinlet* silika di kedalaman 258,00 meter, pirhotit mendominasi, Pb-Zn skarn <1%

Hasil logging inti bor A\_01, B\_01, C\_01, dan D\_01, zona soil berada pada kedalaman 00,00 s.d 05,00 meter, zona argilik pada kedalaman 05,00 s.d 35,00 meter, zona propilitik pada kedalaman 35,00 s.d 200,00 meter, diantara zona propilitik terdapat marmer dikisaran kedalaman 100,00 meter, dan zona mineralisasi skarn terdapat diantara kedalaman 200,00 s.d 300,00 meter dengan ketebalan sekitar 5 s.d 20 meter. Komposisi bijih terdiri dari galena (1-3%), sfalerit (1-3%), pirit (<1%), pirhotit (10-15%), dan kalkopirit (<1%) (Gambar 12 dan Gambar 13).



**Gambar 12.** Penampang lubang bor A\_01, B\_01, dan D\_01



**Gambar 13.** Penampang lubang bor C\_01

### Pemetaan Alterasi *Pit*

Dari data hasil pemetaan *Pit* litologi yang diperoleh terdiri atas breksi tufa, dasit, batugamping, dan *metalimestone*. Alterasi yang dijumpai berupa alterasi argilik (Gambar 14), alterasi propilitik (Gambar 15), *marbellized* (Gambar 16), dan skarnisasi (Gambar 17).

### Hasil XRD

Berdasarkan hasil analisis XRD dari sampel dinding *Pit* nomor NP\_TB1 diperoleh mineral illit, kaolin, smektit, pirit, kuarsa, hematit, *manganese* (Gambar 19). Pada sampel NP\_LMS1 diperoleh mineral wollastonit, aktinolit, klorit, pirit, jarosit, *manganese*, kuarsa, dan hematit (Gambar 20). Referensi yang digunakan dalam analisis XRD ini yaitu: Chen, P. Y. (1977).



**Gambar 14.** Singkapan alterasi argilik pada dinding *Pit*



**Gambar 15.** Singkapan alterasi propilitik pada dinding *Pit* memperlihatkan mineral epidot yang berwarna hijau

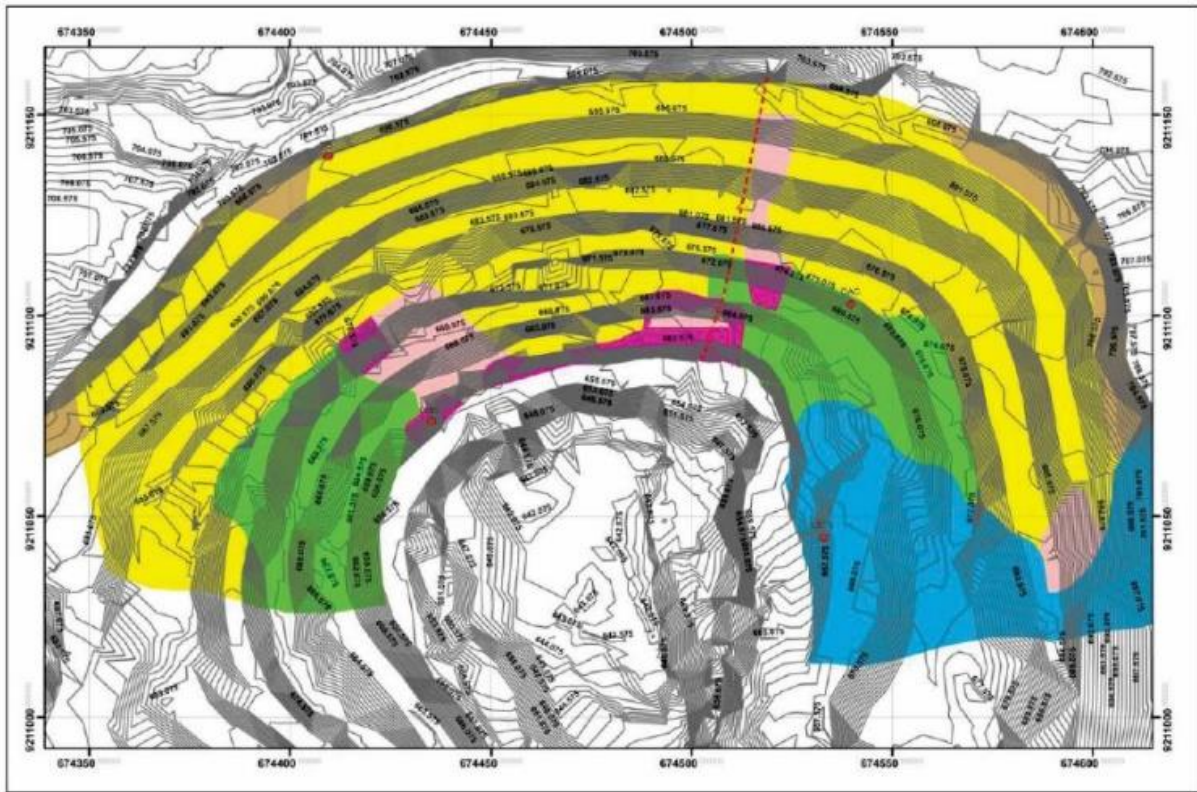


**Gambar 16.** Singkapan *marbellized* pada dinding *Pit* berwarna abu cerah dengan komposisi mineral kalsit



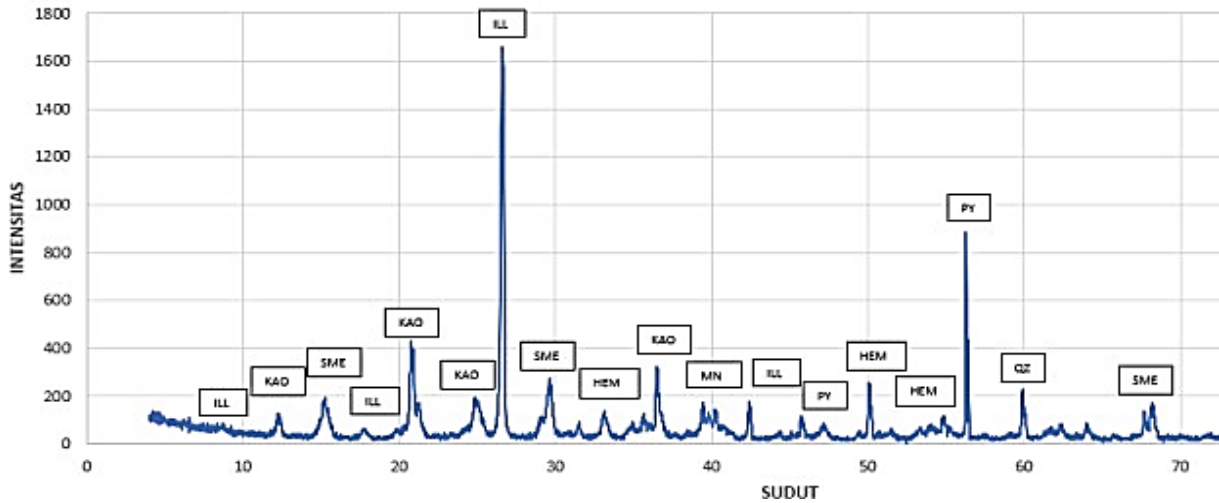
**Gambar 17.** Singkapan bijih skarnisasi pada dinding *Pit*





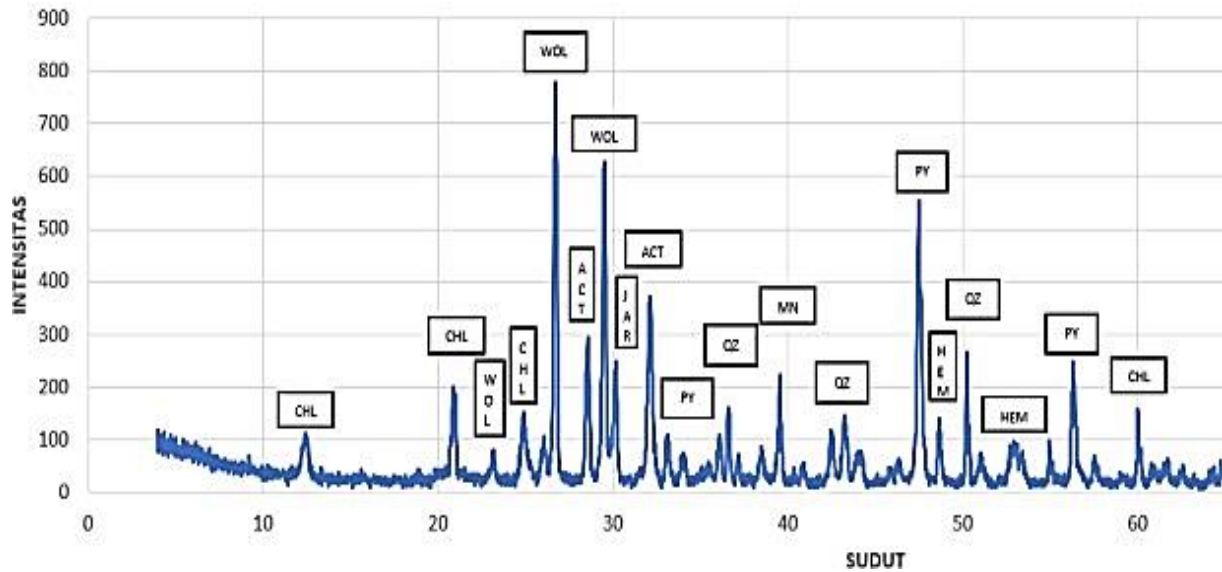
Gambar 18. Peta alterasi dalam daerah penelitian

TB1



Gambar 19. Hasil XRD NP\_TB1

## LMS1

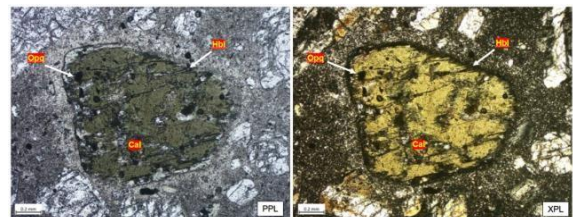


Gambar 20. Hasil XRD NP\_LMS1

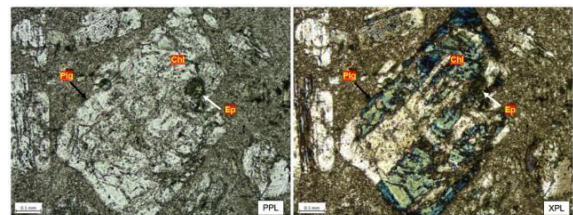
### Hasil Analisis Petrografi

Sampel dinding *Pit* yang digunakan pada analisis petrografi sebanyak tiga sampel yaitu NP\_DAC1, NP\_LSTM1, dan NP\_LMS2. Referensi yang digunakan dalam analisis petrografi ini yaitu: Thompson, et al., (1996), MacKenzie, et al., (1982), Adams, et al., (1984), dan MacKenzie, et al., (2017).

Berdasarkan hasil analisis petrografi sampel batuan di area penelitian pada kode sampel NP\_DAC1 secara megaskopis batuan berwarna abu-abu dengan ukuran kristal 0,3 – 2 mm, tekstur massif, holokristalin, dan bentuk subhedral – anhedral. Komposisi mineral primer terdiri dari plagioklas, kuarsa, hornblenda dan mineral opak. Mineral alterasi terdiri dari klorit, epidot, dan kalsit. Terdapat mineral kuarsa berwarna abu-abu cerah, dan didapati *microfracture* yang memotong kuarsa. Mineral hornblenda sebagian berubah oleh kalsit (Gambar 21). Mineral plagioklas sebagian berubah oleh klorit, dan terdapat juga mineral plagioklas yang sebagian berubah oleh klorit dan epidot (Gambar 22). Berdasarkan hasil analisis megaskopis dan petrografi menggunakan klasifikasi Streckeisen (1976), sampel batuan nomor NP\_DAC1 adalah dasit.



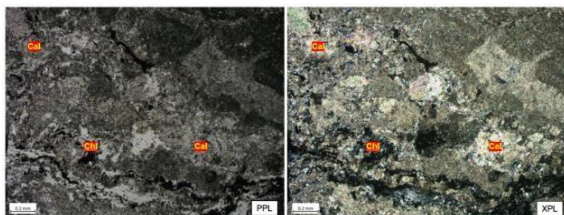
Gambar 21. Fotomikrograf sayatan tipis sampel NP\_DAC1 memperlihatkan hornblenda (hbl) yang terisi oleh kalsit (cal) dan mineral opak (opq)



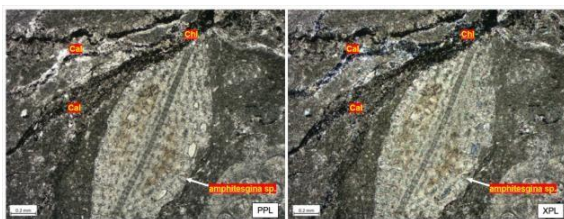
Gambar 22. Fotomikrograf sayatan tipis sampel NP\_DAC1 memperlihatkan plagioklas (plg) yang sebagian berubah oleh klorit (chl) dan epidot (ep)

Sampel batuan NP\_LSTM1 secara megaskopis berwarna abu-abu cerah. Sayatan tipis tidak berwarna dengan hampir keseluruhannya berupa kalsit. Memiliki struktur massif, tekstur palimset/relict, bentuk kristal anhedral. Komposisi mineral terdiri dari kalsit, klorit, dan opak (Gambar 23). Sayatan tipis terdapat *relict* foram besar spesies

*amphitesgina sp* yang terisi oleh kalsit (Gambar 24). *Veinlets* yang terisi oleh kalsit, dan terdapat *relict coral skeletal grain* yang terisi kalsit. Berdasarkan hasil analisis megaskopis dan petrografi menggunakan klasifikasi Robertson (1999), sampel batuan nomor NP\_LSTM1 adalah *metalimestone*.

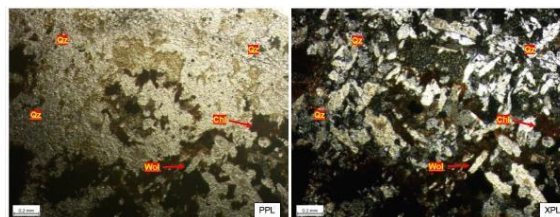


**Gambar 23.** Fotomikrograf sayatan tipis sampel NP\_LSTM1 memperlihatkan *metalimestone* yang terdiri dari kalsit(cal) dan sedikit klorit (chl)



**Gambar 24.** Fotomikrograf sayatan tipis sampel NP\_LSTM1 memperlihatkan *metalimestone* yang terdapat *relict coral amphitesgina sp*.

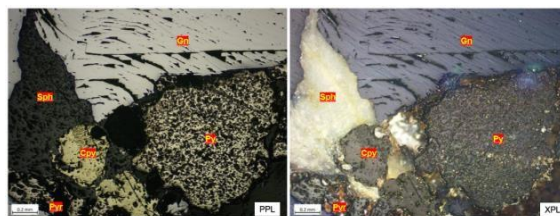
Sampel NP\_LMS2 secara megaskopis batuan berwarna kuning-hijau dengan ukuran kristal 0,3 – 1 mm. Tekstur batuan massif, Holokristalin, bentuk kristal subhedral – anhedral. Komposisi mineral primer terdiri dari kuarsa dan mineral opak. Mineral alterasi terdiri dari klorit, epidot, kalsit, dan wollastonit. Terdapat kalsit yang tergantikan oleh klorit, selanjutnya terdapat mineral opak menggantikan sebagian klorit, serta terdapat alterasi silika (Gambar 25). Berdasarkan hasil analisis petrografi sampel batuan NP\_LMS2 adalah batugamping klastik bercampur dengan material lain (kuarsa dan mineral logam). Menurut Grabau (1904) batuan ini dinamakan kalkarenit karena ukuran butirnya sama dengan pasir (1/16 – 2mm).



**Gambar 25.** Fotomikrograf sayatan tipis sampel NP\_LMS2 batugamping klastik (kalkarenit) memperlihatkan kuarsa (qz), klorit (chl), dan wollastonit (wol)

### Hasil Analisis Mineragrafi

Sampel bijih dinding *Pit* yang digunakan pada analisis mineragrafi sebanyak satu buah, dengan nomor NP\_LMS3. Referensi yang digunakan dalam analisis mineragrafi ini yaitu: Parcejus. B. (2015), Ineson, P. R. (2014), Augustithis, S. (2010). Hasil analisis mineragrafi dari sampel LMS3 menunjukkan beberapa mineral yang tersebar merata terdiri dari galena (PbS), sfalerit (ZnS), pirhotit ( $Fe_{(1-x)}S$ ), pirit ( $FeS_2$ ), dan kalkopirit ( $CuFeS_2$ ) (Gambar 26).



**Gambar 26.** Fotomikrograf sayatan poles sampel NP\_LMS3 memperlihatkan mineral sulfida galena (gn), sfalerit (spl), pirhotit (pyr), pirit (py), kalkopirit (cpy)

### Alterasi dan Mineralisasi

Berdasarkan data log litologi hasil pengeboran dan ditunjang dengan hasil analisis XRD, petrografi dan mineragrafi beberapa sampel yang diambil dari *Pit* menunjukkan alterasi argilik dan propilitik, *marbellized* serta skarnisasi. Alterasi argilik dicirikan oleh mineral kaolin, illit dan smektit. Alterasi propilitik dicirikan oleh mineral klorit, epidot, dan kalsit. *Marbellized* dicirikan oleh mineral yang hampir keseluruhannya kalsit. Skarnisasi

dicirikan oleh mineral klinopiroksen, wollastonit, klorit-skarn, dan epidot-skarn.

Skarn di daerah penelitian terdapat mineral piroksen dan wollastonit, menurut He Lei, et al., 2024 merupakan indikasi tahap *prograde*, serta kehadiran mineral epidot, klorit, dan kalsit, merupakan indikasi tahap *retrograde* (Gambar 3).

Mineralisasi skarn di daerah penelitian dicirikan oleh adanya galena (PbS), sfalerit (ZnS), pirhotit ( $Fe_{(1-x)}S$ ), pirit (FeS<sub>2</sub>), dan kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>). Skarn berwarna hijau kehitaman, sangat keras, batas kontak dengan batuan dinding tidak teratur, kalkopirit jarang dijumpai, pirhotit-kalkopirit berasosiasi dengan klorit-piroksen. Mineralisasi pirhotit-pirit, pirhotit lebih mendominasi dibandingkan pirit, pada zona pirhotit kadang dijumpai tekstur *vuggy*. Kehadiran mineral piroksen dan wollastonit, serta galena dan sfalerit di daerah penelitian, menurut Meinert (2005) sebagaimana pada Gambar 2, menunjukkan bahwa skarn terbentuk pada zona menengah hingga distal.

## KESIMPULAN

Alterasi pada *Pit* dan hasil pengeboran yang berkembang adalah alterasi argilik, alterasi propilitik, *marbellized* dan skarnisasi. Skarnisasi terdiri atas *prograde skarn* yang dicirikan oleh klinopiroksen, wollastonit, aktinolit dan *retrograde skarn* yang dicirikan oleh klorit-skarn dan epidot-skarn.

Mineralisasi pada *Pit* dan hasil pengeboran berupa galena (PbS), sfalerit (ZnS), pirhotit ( $Fe_{(1-x)}S$ ), pirit (FeS<sub>2</sub>), dan kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>). Kandungan mineral logam yang utama adalah galena dan sfalerit.

Berdasarkan aspek alterasi dan mineralisasi cebakan bijih di daerah penelitian, merupakan tipe skarn zona menengah hingga distal yang berkembang pada Formasi Jampang bagian bawah.

Berdasarkan hasil penelitian di dua lokasi, *Pit* dan pengeboran eksplorasi diperoleh zona mineralisasi skarn. Oleh sebab itu area di antara dua lokasi tersebut perlu dilakukan eksplorasi lebih lanjut untuk mengetahui kemenerusan zona mineralisasi skarn distal. Eksplorasi lebih lanjut juga untuk mengungkap potensi skarn menengah hingga proksimal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada PT. Generasi Muda Bersatu yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan mempublikasi hasil penelitiannya, kepada Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi yang telah memberikan izin untuk melakukan preparasi dan analisis sampel, dan kepada Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung yang telah membantu dalam penulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, A. E., Mackenzie, W. S., & Guilford, C. (1984). Atlas of Sedimentary Rocks under the Microscope; Essex, UK.
- Arsah, I.F., Idrus, I., Handini, E., Ilmawan, I., Faruqi, M.D., dan Sukadana, I.G. (2023). Geologi dan Mineralogi Skarn Pb-Zn Cihaur di Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia: Sebuah pendahuluan. Prosiding Konferensi AIP2598.
- Augustithis, S. (2010). Atlas of the textural patterns of ore minerals and metallogenic processes. Walter de Gruyter.
- Bas, M. L., Maitre, R. L., Streckeisen, A., Zanettin, B., & IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of petrology, 27(3), 745-750.
- Chen, P. Y. (1977). Table of key lines in X-ray powder diffraction patterns of minerals in clays and associated rocks. Indiana Geological & Water Survey.

- Grabau, A. W. (1904). On the Classification of Sedimentary Rocks.
- H. (2017). Rocks and minerals in thin section: A colour atlas. CRC Press.
- He, L., Liang, T., Wang, D., Zhang, J., & Liu, B. (2024). Skarn Formation and Zn–Cu Mineralization in the Dachang Sn Polymetallic Ore Field, Guangxi: Insights from Skarn Rock Assemblage and Geochemistry. *Minerals*, 14(2), 193.
- Ineson, P. R. (2014). Introduction to practical ore microscopy. Routledge.
- Laksana, B. A. D., Idrus, A., Husein, S., Faruqi, M. D., & Sukadana, I. (2023, June). Geology and ore characteristics of low sulfidation epithermal gold prospect in Cihaur Region, Simpenan, Sukabumi, West Java, Indonesia. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2598, No. 1). AIP Publishing.
- MacKenzie, W. S., Adams, A. E., & Brodie, K. H. (2017). Rocks and minerals in thin section: A colour atlas. CRC Press.
- MacKenzie, W. S., Donaldson, C. H., & Guilford, C. (1982). Atlas of igneous rocks and their textures (Vol. 148). Harlow: Longman.
- Meinert, L. D., Dipple, G. M., & Nicolescu, S. (2005). World skarn deposits.
- Parcejus, B. 2015. The Ore Minerals under The Microscope. Second Edition. Elsevier, Amsterdam.
- Robb, Laurence. (2005). Introduction to ORE-FORMING PROCESSES. Blackwell Science Ltd. AS.
- Robertson, S. J. (1999). BGS rock classification scheme. Volume 2, classification of metamorphic rocks.
- Thompson, A. J., Thompson, J. F. H., & Dunne, K. P. E. (1996). Atlas of alteration: a field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals.
- Zhang, Z., Wu, C., Yang, X., Zheng, C., & Yao, J. (2015). The trinity pattern of Au deposits with porphyry, quartz–sulfide vein and structurally-controlled alteration rocks in Ciemas, West Java, Indonesia. *Ore Geology Reviews*, 64, 152-171.