

## KARAKTERISTIK ALTERASI MINERALISASI EMAS DAN LOGAM DASAR DI KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH

Fauzan Ahmad Fadillah<sup>1</sup>, Aton Patonah<sup>1</sup>, Cecep Yandri Sunarie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi - Universitas Padjadjaran, Bandung

Email Penulis : [fauzanaf34@gmail.com](mailto:fauzanaf34@gmail.com)

Naskah Diterima: Mei 2024 /Revisi: Mei 2024 /Disetujui: Desember 2024

### ABSTRAK

Daerah penelitian terletak di Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi alterasi dan mineralisasi epitermal yang berkembang di daerah penelitian dengan pendekatan observasi lapangan, petrografi, mineragrafi dan *fire assay*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alterasi yang berkembang di daerah penelitian terbagi menjadi 3 zona alterasi, yaitu zona silika, zona mineral lempung dan zona (serisit – mika – klorit), termasuk tipe alterasi silisifikasi, argilik dan filik secara berturut-turut. Mineral logam yang hadir berupa pirit, kalkopirit, sfalerit, galena yang menyebar pada massa dasar andesit dan juga mengisi rongga pada urat kuarsa berupa *anastomosing*, *comb* dan breksiasi. Hasil *fire assay* menunjukkan kadar unsur yang paling tinggi dari unsur logam yang hadir dan berpotensi untuk dilakukan kajian lebih lanjut adalah unsur Zn yang sebarannya di bagian tenggara daerah penelitian.

**Kata Kunci:** Alterasi, Mineralisasi, *Fire Assay*.

### Abstract

*The Study area is located in Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province. This study was conducted to identify alteration and epithermal mineralization that developed in the study area with the approach of field observation, petrography, mineragraphy and fire assay. The result showed that the alteration that that develops in the study area is divided into 3 alteration zones, namely silica zone, clay mineral zone and (sericite – mica – chlorite) zone, each of which has silicate, argillic and phyllite alteration types. Metal minerals present in the form of pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galena are scattered in the andesite groundmass and also fill the cavities in the quartz veins in the form of anostomosing, combs and breccias. Fire assay results show the highest elemental content of the metal elements present and potential for further study is the element Zn which is scattered in the southeastern part of the study area.*

**Keywords:** Alteration, Mineralisation, *Fire Assay*.

## PENDAHULUAN

Emas merupakan logam mulia yang memiliki harga jual yang tinggi. Selain digunakan sebagai kebutuhan industri, emas juga biasa dijadikan perhiasan. Emas juga cocok untuk dijadikan investasi karena tidak terpengaruh oleh inflasi. Permintaan yang tinggi akan komoditas emas membuat harga emas mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari World Gold Council (WGC) pada tahun 2024, nilai komoditas emas saat ini sudah melonjak tinggi apabila dibandingkan dengan 10 tahun lalu (Gambar 1). Pencarian akan komoditas emas terus dilakukan dan ditingkatkan guna memenuhi permintaan dan kebutuhan akan emas.

Keterbentukan mineral logam berkaitan dengan proses magmatik, proses hidrotermal, proses metamorfik dan proses permukaan (Sutarto, 2010). Salah satu jenis endapan mineral dari proses hidrotermal adalah endapan tipe epitermal. Endapan epitermal merupakan endapan yang terbentuk pada suhu dan tekanan rendah hingga sedang dengan kisaran  $50^{\circ}\text{C} - 350^{\circ}\text{C}$ , berasal dari cairan hidrotermal meteorik yang secara dominan mengandung salinitas rendah 1 – 5% setara NaCl, asosiasi unsur bijih seperti Au, Ag, As, Sb, Hg, Ti, Te, Pb, Zn dan Cu, tekstur bijih meliputi *open space filling* (*crustiform*, *colloform*, *comb*), kedalaman sekitar 1,5 km di bawah permukaan, dicirikan oleh urat, *stockwork* dan *disseminated* (Pirajno, 2008).

Salah satu daerah penghasil mineral logam di Indonesia adalah Pulau Kalimantan. Wilayah Kalimantan telah banyak diteliti salah satunya oleh Wurst, A. T. pada tahun 2004 terutama di daerah Gunung Muro Kalimantan Tengah. Hasilnya, terdapat endapan epitermal sulfidasi rendah. Endapan epitermal sulfida rendah dicirikan oleh larutan hidrotermal dengan pH dekat netral. Tipe endapan ini berasosiasi dengan alterasi kuarsa-adularia, serisit dan karbonat dengan kehadiran mineral bijih berupa perak sulfida, logam dasar sulfida dan garam sulfat. Selain itu, batuan induk berupa andesit alkali, riolit, dasit dan riadasit (Corbett, 2012; Hedenquist et al., 2000).

Daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kalimantan Tengah yang mana sudah dilakukannya eksplorasi tahap awal. Namun, masih diperlukannya data tambahan dan analisis lebih lanjut untuk menggambarkan kondisi geologi dan karakteristik tipe endapannya. Oleh karena itu, dilakukannya penelitian dengan harapan dapat mengidentifikasi karakteristik alterasi dan mineralisasi, serta tipe endapan hidrotermal yang berkembang pada daerah penelitian.



Gambar 1 Tren harga emas dalam 10 tahun terakhir relatif naik (World Gold Council, 2024).

## METODE PENELITIAN

Objek yang dijadikan sebagai penelitian adalah batuan yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi. Untuk mendapatkan data tersebut, maka dilakukannya observasi lapangan dengan tujuan untuk pengambilan sampel batuan. Tahap selanjutnya adalah pemilihan sampel untuk dilakukan penelitian lebih lanjut di laboratorium.

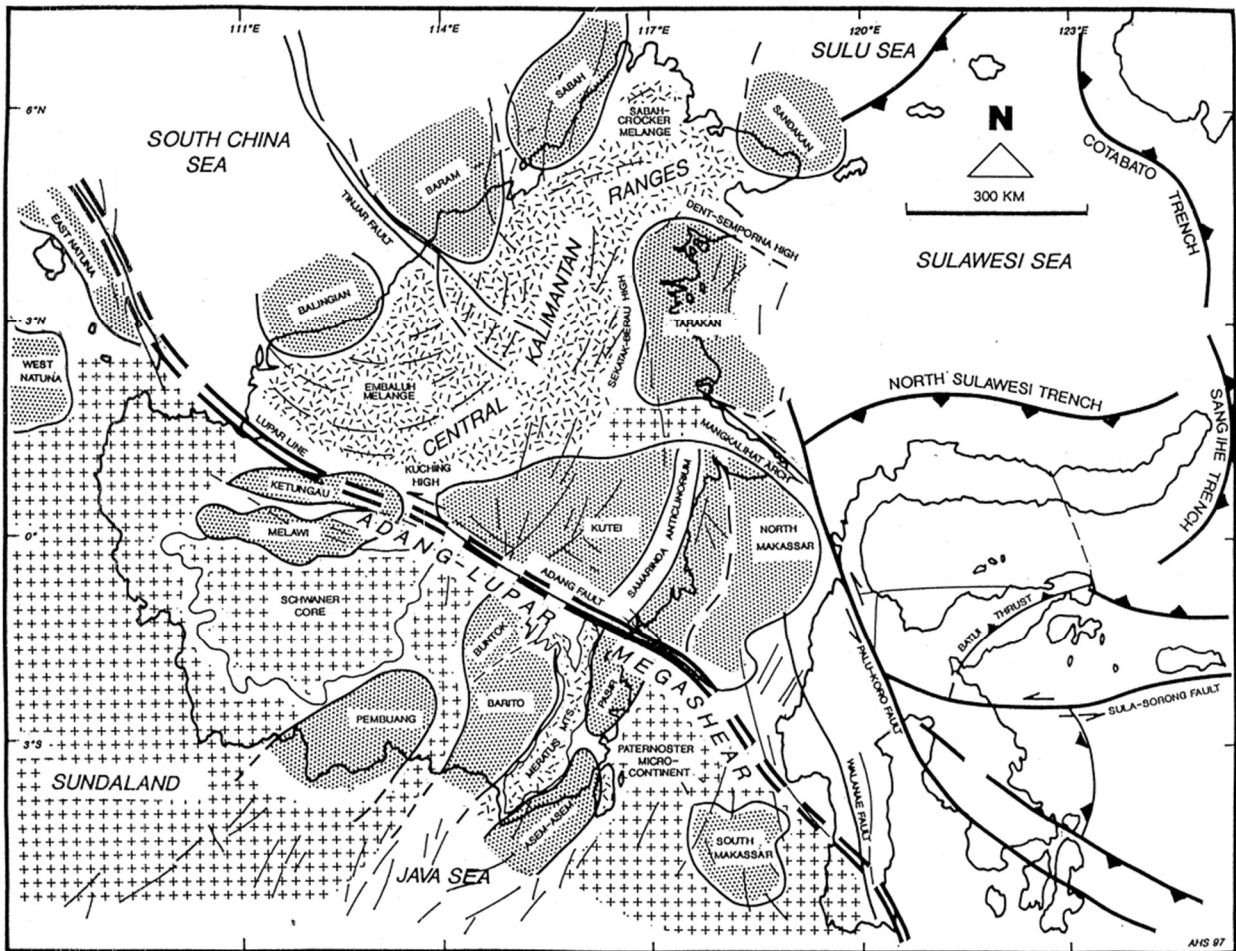
Terdapat 14 sampel batuan terpilih untuk dilakukan analisis petrografi untuk mengidentifikasi tekstur, struktur, komposisi mineral dan nama batuannya. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran pada tahun 2024. Tahap selanjutnya adalah analisis mineragrafi untuk mengidentifikasi mineral logam dan paragenesanya. Terdapat 7 sampel batuan terpilih untuk dianalisis mineragrafi yang dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran pada tahun 2024. Analisis laboratorium lainnya adalah *fire assay* yang dilakukan di PT. Indo Muro Kencana. Terdapat 73 sampel yang mewakili setiap zona alterasi. Tujuan analisis ini untuk menentukan kadar logamnya dalam satuan ppm – ppb.

## GEOLOGI REGIONAL

Kalimantan merupakan hasil konvergensi dari India-Australia, Pasifik dan Lempeng Laut Filipina (Hutchison 1989; Hall, 2002). Di sebelah barat daya Pulau Kalimantan, tersusun atas kerak yang stabil yang berumur Kapur Awal. Tumbukkan lempeng India – Asia menunjukkan tenggara blok Asia dengan Kalimantan di pusatnya mengalami perputaran searah jarum jam dan pindah ke selatan. Pergerakan lempeng Laut Cina Selatan menumbuk ke arah Selatan Kalimantan dan berputar sebesar 50° searah jarum jam relatif terhadap Indocina (Fuller, 1999). Kemudian, kolisi antara India dan Asia pada Eosen Tengah mengakibatkan pemekaran Lempeng Eurasia dan menyebabkan Blok Luconia bergerak mendekati Kalimantan dan tumbukan pertama terjadi di bagian Barat-Daya pada Eosen yang menghasilkan Orogenesa Sarawak (Hutchison, 2005).

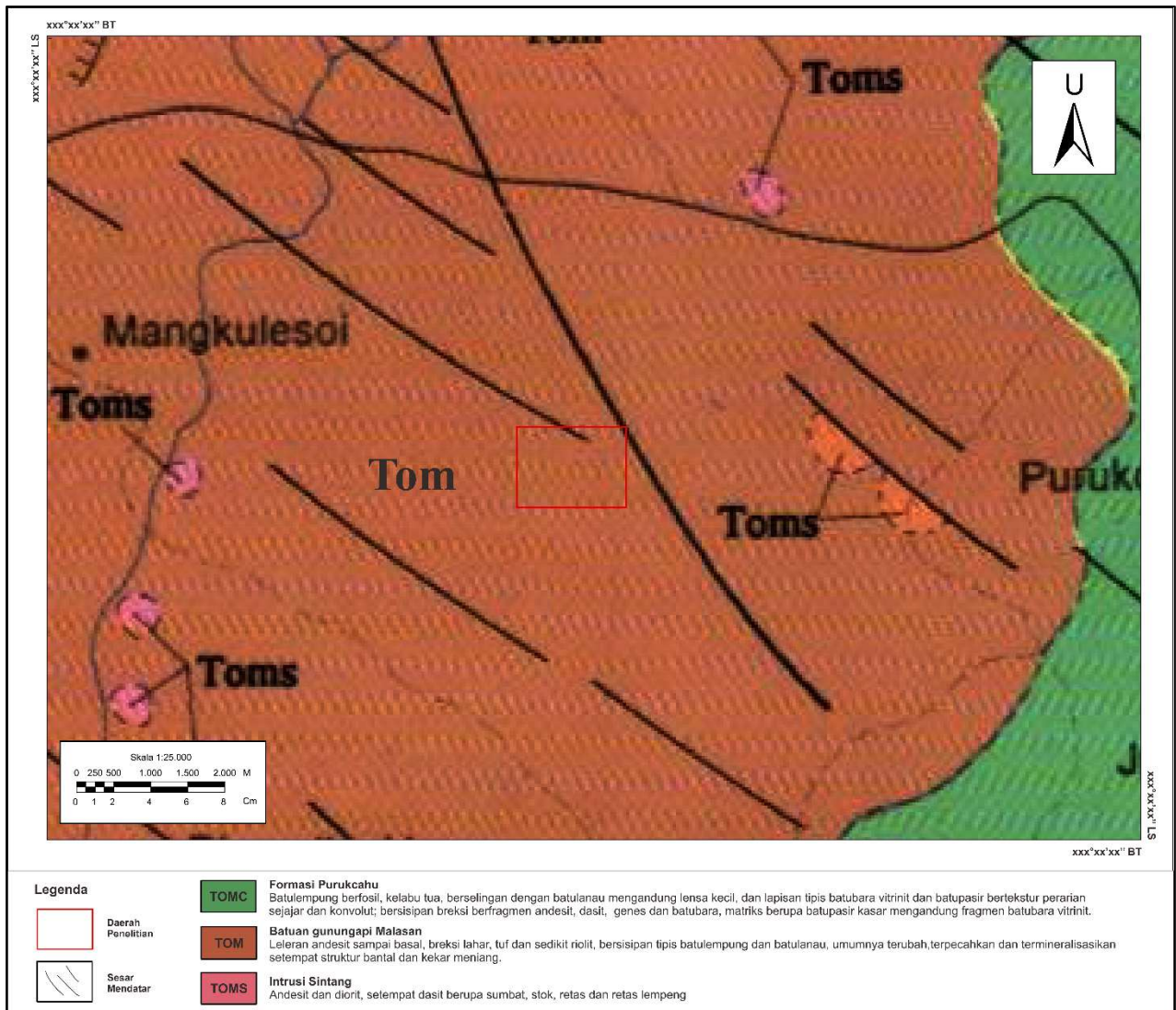
Pada pertengahan Oligosen Laut Cina Selatan bergerak mendekati Kalimantan akibat kolisi bagian utara Lempeng Australia dengan kompleks busur. Pada Miosen Awal, terjadi tumbukan kembali antara Dangerous Ground (bagian dari lempeng Laut Cina Selatan) dengan bagian Timur Laut Kalimantan yang membentuk Orogenesa Sabah dan menghasilkan patahan-patahan geser yang berarah umum Utara-Selatan (Sobarin, Dkk., 2014). Pada Miosen Awal – Tengah, pemekaran lantai samudera di Laut Cina Selatan berhenti dan mulai terjadinya rifting Laut Sulu (Silver et al., 1989; Nichols, 1990; Op Cit., Vande Weerd dan Armin, 1992) (Gambar 2).

**KARAKTERISTIK ALTERASI MINERALISASI EMAS DAN LOGAM DASAR DI KABUPATEN MURUNG RAYA,  
KALIMANTAN TENGAH**



Gambar 2 Kerangka tektonik Kalimantan dan daerah sekitarnya (disusun dari berbagai sumber) (Satyana, A. H., dkk, 1999).

Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Muaratewe oleh S.Supriatna, A. Sudrajat dan H.Z Abidin (1995), daerah penelitian tersusun atas batuan gunungapi Malasan (Tom) yang berumur Oligosen Akhir (gambar 2). Batuan gunungapi Malasan tersusun atas leleran andesit sampai basal, breksi lahar, tuf dan sedikit riolit, bersisipan tipis batulempung dan batulanau, umumnya terubah, terpecahkan dan termineralisasikan setempat struktur bantal dan kekar meniang.



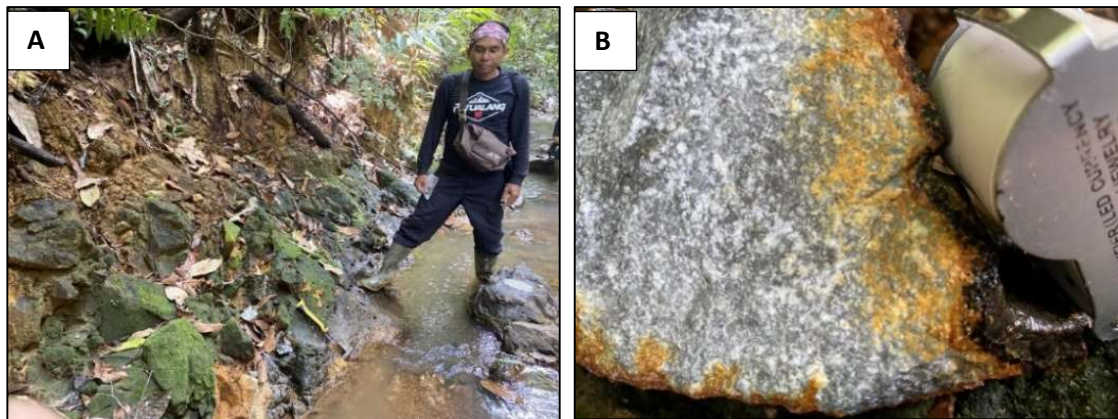
Gambar 3 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian skala 1 : 25.000 yang diambil dari Peta Geologi Regional Lembar Muaratewe oleh S.Supriatna, A. Sudrajat dan H.Z Abidin (1995).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Geologi Daerah Penelitian

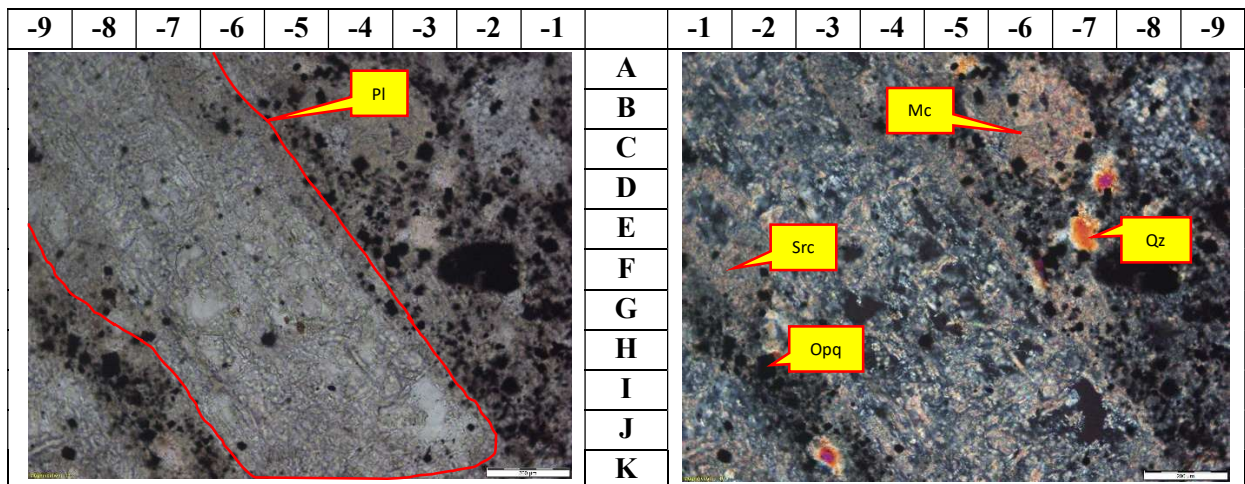
Hasil observasi lapangan dan rekonstruksi penampang geologi, didapatkan bahwa urutan stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda adalah Satuan Andesit (SA) dan Satuan Breksi Hidrotermal (SBH) (Gambar 4).





Gambar 5 Singkapan andesit (A). Foto detail andesit dengan fenokris yang sudah teralterasi menjadi mineral lempung (B).

Secara mikroskopis, andesit memperlihatkan granularitas porfiritik, inequigranular, hipokristalin, hipidiomorfik, tersusun atas fenokris plagioklas dan piroksen dengan massa dasar mikrolit plagioklas. Fenokris plagioklas menunjukkan karakteristik yang sudah teralterasi dan sebagian tergantikan menjadi gelas. Fenokris piroksen menunjukkan karakteristik yang sudah teralterasi dengan sebagian berubah menjadi klorit. Massa dasar terdiri dari mikrolit kuarsa, klorit, serisit, mineral lempung dan mineral opak (Gambar 6).

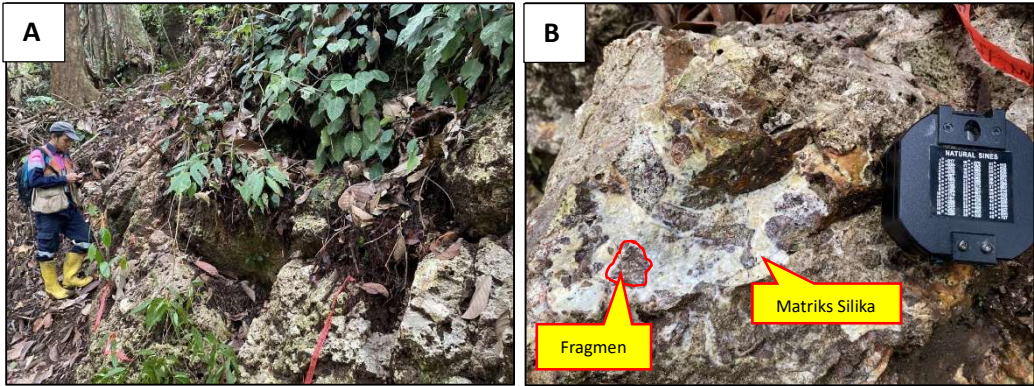


Gambar 6 Fotomikrograf andesit memperlihatkan fenokris dan massa dasar telah berubah menjadi mineral lempung. \*(Pl = plagioklas ; Cly = mineral lempung ; Opq = Opak ; Src = serisit ; Mc = Mika)

Satuan Breksi Hidrotermal tersusun atas seluruhnya breksi hidrotermal (Gambar 7). Satuan ini terletak pada bagian tengah daerah penelitian. Secara megaskopis, memiliki ukuran fragmen 2 – 5 cm dengan bentuk membundar tanggung – menyudut tanggung, sortasi buruk, kemas terbuka, tersusun atas fragmen andesit

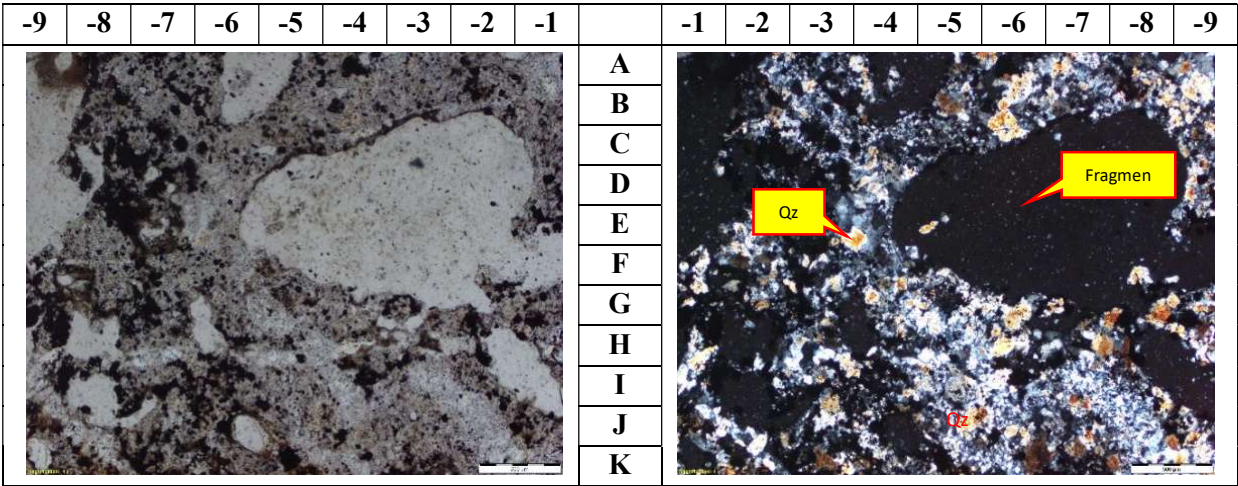
KARAKTERISTIK ALTERASI MINERALISASI EMAS DAN LOGAM DASAR DI KABUPATEN MURUNG RAYA,  
KALIMANTAN TENGAH

terubah dengan matriks silika. Fragmen berwarna putih keabuan dan putih pucat, matriks berwarna putih kekuningan. Matriks silika bertekstur halus – sedang dan membentuk breksiasi.



Gambar 7 Singkapan breksi hidrotermal (A). Foto detil breksi hidrotermal (B).

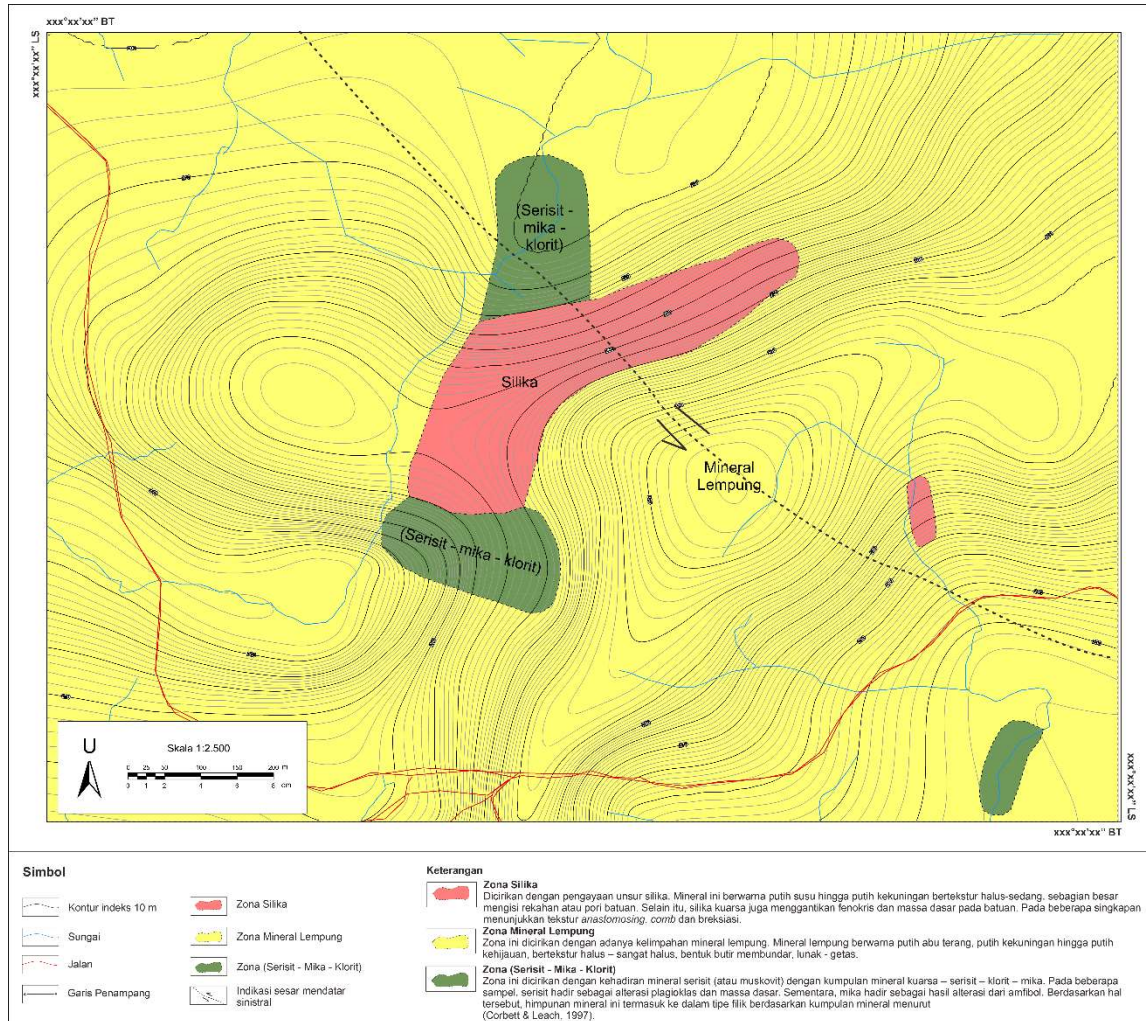
Secara mikroskopis, fragmen telah berubah dan matriksnya sebagian besar diisi oleh silika dengan tekstur *polycrystalline interlocking*. Selain itu, terdapat kuarsa sekunder yang mengubah pada massa dasar dan klast (Gambar 8).



Gambar 8 Fotomikrograf breksi hidrotermal, fenokris berubah dan sebagian besar massa dasar telah tergantikan oleh silika. \*(Qz = kuarsa).

Alterasi Daerah Penelitian

Berdasarkan himpunan mineral ubahan yang ditemukan di lapangan dan hasil analisis petrografi, zona alterasi daerah penelitian terbagi ke dalam 3 zona, yaitu zona silika, zona mineral lempung dan zona (kuarsa – serisit – mika – klorit) (Gambar 9).



Gambar 9 Peta Zonasi Alterasi dan Mineralisasi Daerah Penelitian dengan Skala 1 : 2.500.

## 1. Zona Silika

Zona ini ditandai dengan kelimpahan unsur silika. Secara megaskopis, mineral ini berwarna putih susu hingga putih kekuningan, bertekstur halus-sedang. Silika sebagian besar mengisi rekahan atau pori batuan. Selain itu, secara mikroskopis silika menggantikan fenokris dan massa dasar pada batuan andesit dan breksi hidrotermal.

Pada beberapa singkapan batuannya, silika memperlihatkan tekstur *anastomosing* (Gambar 10) dan tekstur breksiasi (Gambar 11). Selain itu, terdapat juga *veinlet comb* (Gambar 12) dengan ukuran beragam mulai dari 0,5 cm – 5 cm.



Gambar 10 Tekstur Anastomosing.

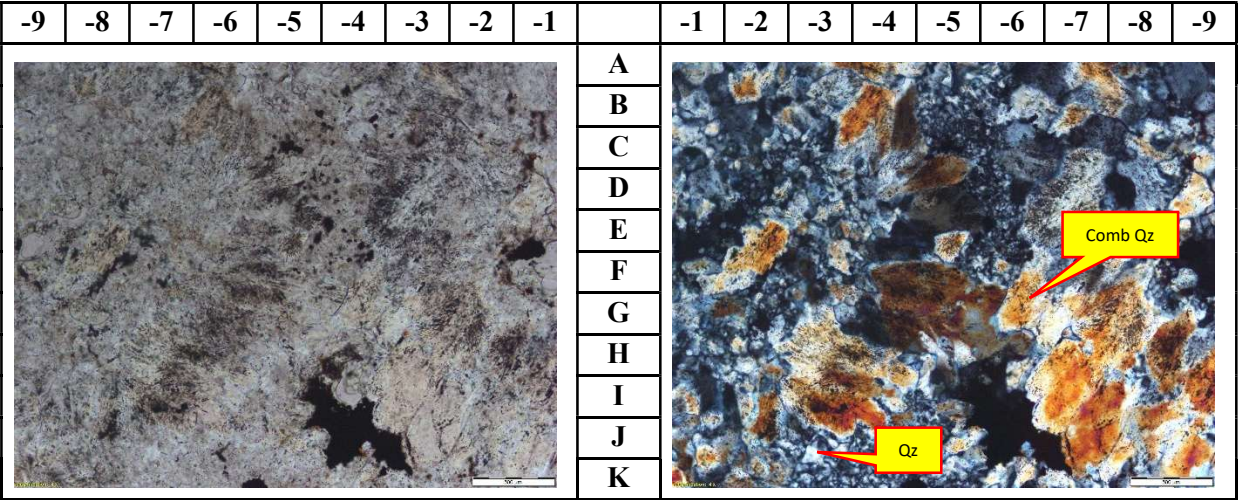


Gambar 11 Tekstur breksiasi dengan matriks silika dan klast andesit.



Gambar 12 Tekstur Veinlet Comb.

Secara mikroskopis, pada beberapa sampel batuan mengalami silisifikasi teramati pada fenokris plagioklas sebagian tergantikan menjadi kuarsa sekunder. Selain itu, massa dasar pada batuan berubah menjadi mikrolit kuarsa dengan tekstur *polycrystalline interlocking*. Berdasarkan hal tersebut, terdapat zona silika pada daerah penelitian berdasarkan adanya pengayaan unsur silika pada beberapa singkapan batuan yang diamati secara megaskopis dan mikroskopis (Gambar 13).



Gambar 13 Fotomikrograf mewakili zona silika menunjukkan tekstur comb kuarsa. \*(Qz = kuarsa)

2. Zona Mineral Lempung

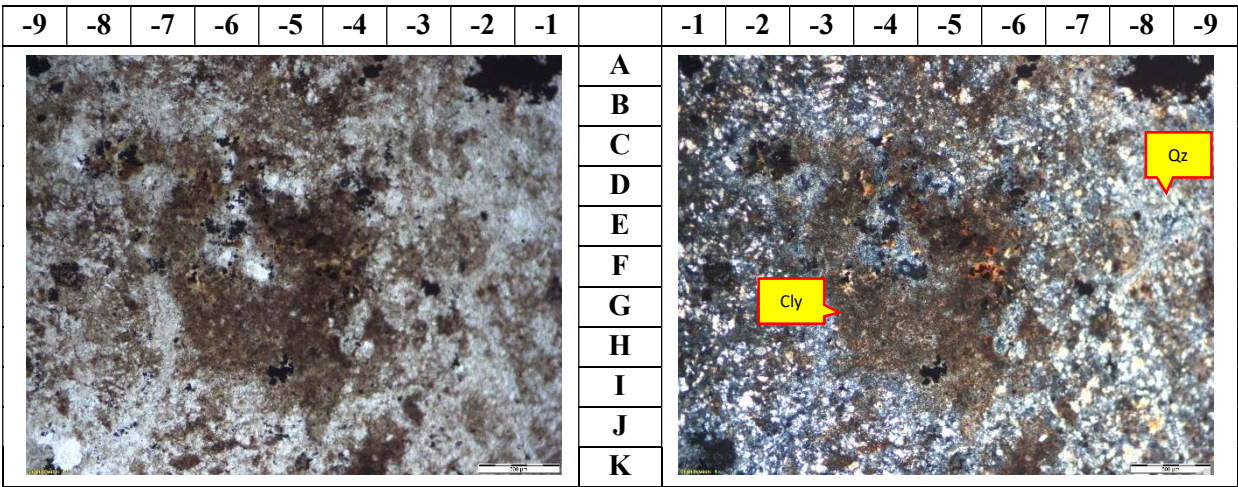
Zona ini dicirikan dengan adanya kelimpahan mineral lempung. Mineral lempung berwarna putih abu terang, putih kekuningan hingga putih kehijauan, bertekstur halus – sangat halus, bentuk butir membundar, lunak - getas (Gambar 14). Mineral ini banyak ditemukan pada batuan andesit.

KARAKTERISTIK ALTERASI MINERALISASI EMAS DAN LOGAM DASAR DI KABUPATEN MURUNG RAYA,  
KALIMANTAN TENGAH



Gambar 14 Singkapan batuan andesit telah teralterasi menjadi mineral lempung dengan intensitas sedang.

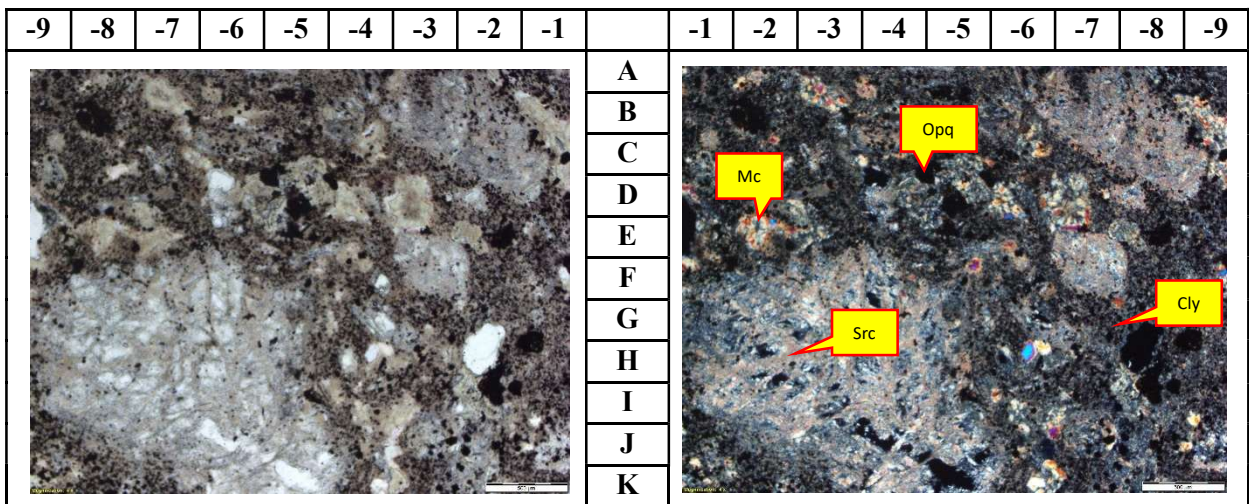
Secara mikroskopis, fenokris plagioklas tergantikan menjadi mineral lempung. Selain itu, massa dasar pada batuan berubah menjadi mikrolit kuarsa dengan tekstur *polycrystalline interlocking* (Gambar 15). Berdasarkan himpunan mineralnya, termasuk ke dalam tipe argilik (Corbett & Leach, 1997).



Gambar 15 Fotomikrograf mewakili zona mineral lempung, massa dasar sebagian tergantikan menjadi mikrolit kuarsa, opak dan tergantikan menjadi mineral lempung serta klorit. \*(Cly = mineral lempung ; Qz = Kuarsa).

3. Zona (serisit – mika – klorit)

Zona ini dicirikan dengan kehadiran kumpulan mineral serisit – klorit – mika. Pada beberapa sampel, serisit hadir sebagai alterasi plagioklas dan massa dasar, mika hadir sebagai hasil alterasi dari biotit (Gambar 16) dan klorit hasil ubahan dari amfibol. Berdasarkan hal tersebut, himpunan mineral ini termasuk ke dalam tipe filik (Corbett & Leach, 1997).

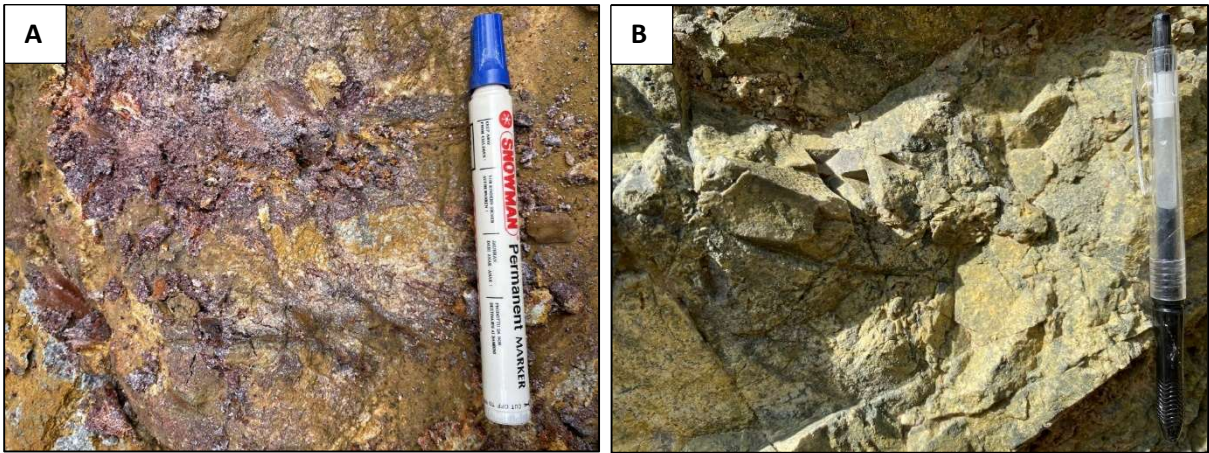


Gambar 16 Fotomikrograf mewakili zona serisit – mika - klorit, fenokris dan massa dasar sebagian besar telah berubah menjadi serisit. \*(Cly = mineral lempung ; Opq = Opak ; Src = serisit ; Mc = Mika)

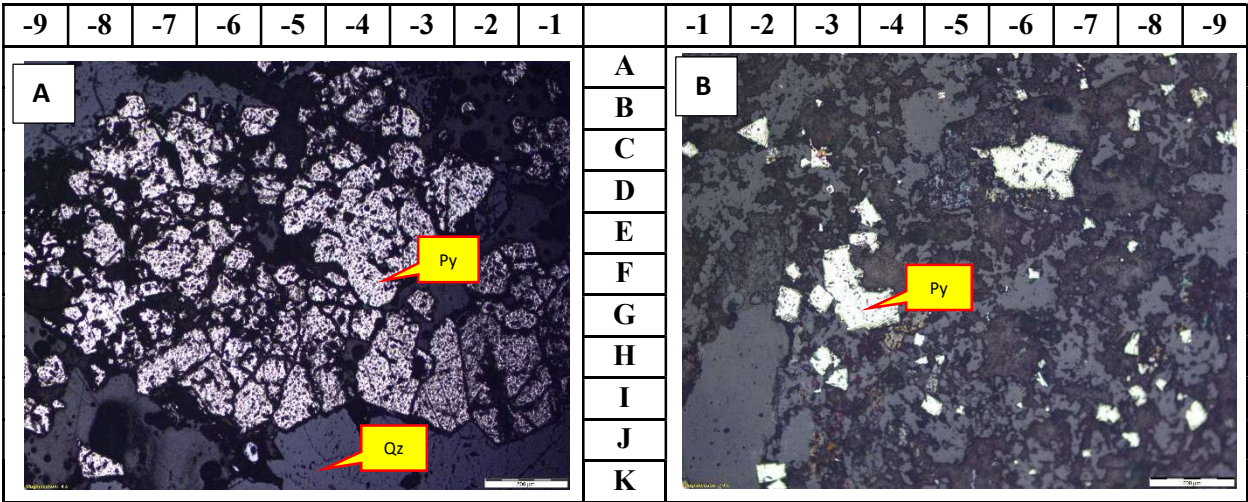
### Mineralisasi Daerah Penelitian

Mineralisasi di daerah penelitian dijumpai pada urat kuarsa yang terbreksiasikan dan menyebar pada massa dasar. Urat kuarsa yang terbentuk berupa breksiasi, *anastomosing* dan *comb*. Secara megaskopis, didominasi oleh mineral pirit berukuran sedang – kasar yang mengisi pada rekahan dan menyebar pada massa dasar. Selain itu, terdapat mineral oksida berupa hematit (17A) dan limonit (17B). Hematit berwarna merah kecoklatan, kilap *earthy*, warna gores merah kecoklatan, limonit berwarna kuning kehijauan, kilap *dull to earthy*, warna gores kuning kecoklatan. Secara mikroskopis, mineral pirit mengisi urat kuarsa (18A) serta menyebar pada massa dasar (18B), mineral kalkopirit tumbuh bersama pirit (gambar 19A), sfalerit hadir sebagai inklusi (gambar 19B), galena hadir sebagai inklusi dari mineral pirit (gambar 20A) dan hematit menyebar pada massa dasar dan menggantikan pirit (gambar 20B).

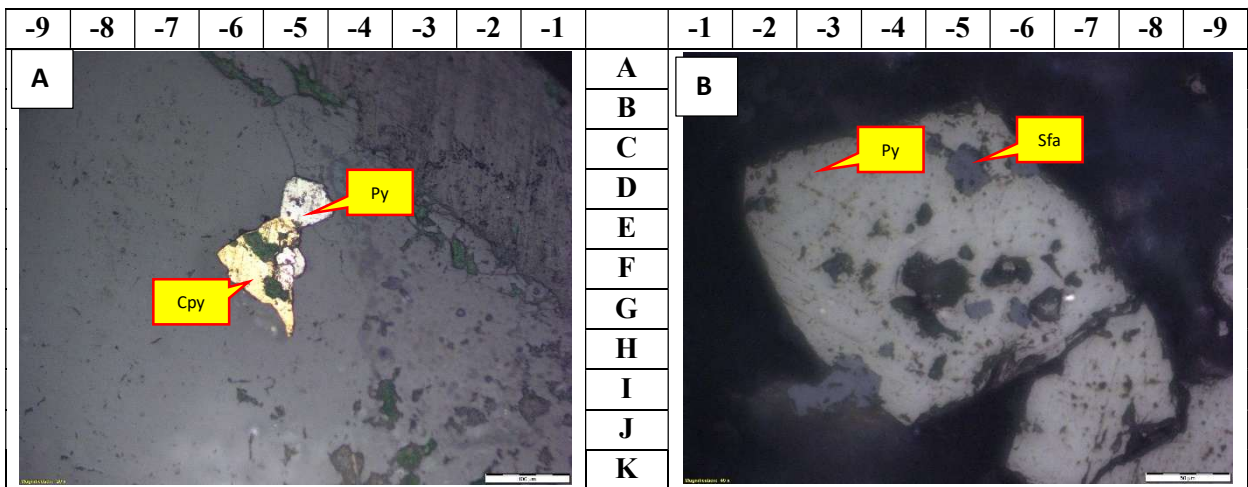
KARAKTERISTIK ALTERASI MINERALISASI EMAS DAN LOGAM DASAR DI KABUPATEN MURUNG RAYA,  
KALIMANTAN TENGAH



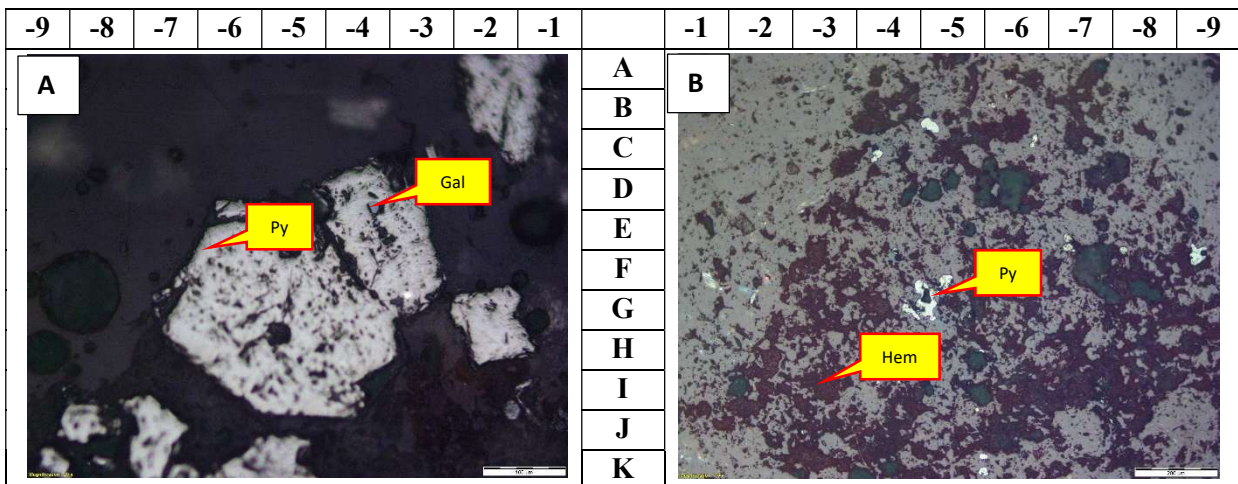
Gambar 17 Kenampakan megaskopis pada andesit yang diperkirakan mengandung mineral oksida hematit (A) dan limonit (B).



Gambar 18 Fotomikrograf mineral pirit yang mengisi urat kuarsa (A) dan mineral pirit yang menyebar pada massa dasar (B). \*(Py = pirit ; Qz = kuarsa)



Gambar 19 Fotomikrograf kalkopirit tumbuh bersama pirit (A) dan sfalerit hadir sebagai inklusi pada mineral pirit (B). \*(Py = pirit ; Cpy = kalkopirit ; Sfa = sfalerit).



Gambar 20 Fotomikrograf galena hadir sebagai inklusi pada mineral pirit (A) dan hematit hadir menyebar pada massa dasar dan menggantikan mineral pirit (B). \*(Py = pirit ; Gal = galena ; Hem = hematit).

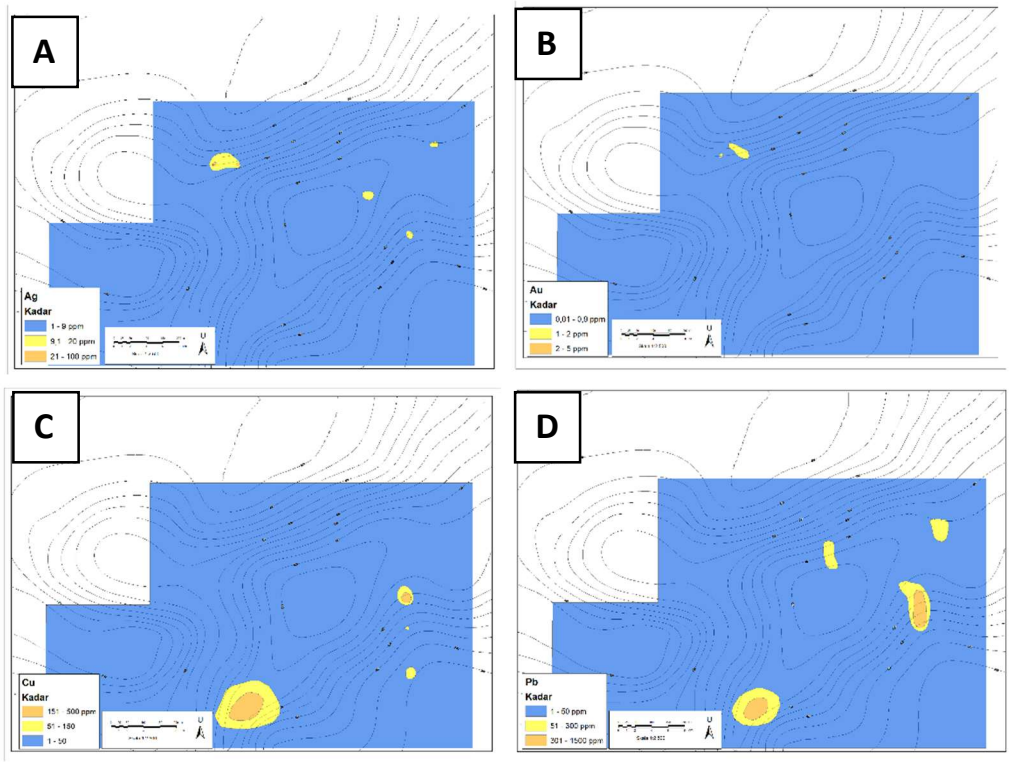
Hasil analisis mineragrafi menunjukkan paragenesa mineralisasi di daerah penelitian mengalami 2 fase, yaitu fase hidrotermal dan fase supergen *successive* (Tabel 1). Fase hidrotermal ditandai dengan kehadiran mineral sulfida galena, sfalerit dan pirit yang kemudian mineral pirit serta kalkopirit tumbuh secara bersamaan. Berdasarkan asosiasi mineral tersebut, mineralisasi kemungkinan besar terbentuk pada temperatur 100°C – 300°C (Morrison. K, 1997). Setelah proses hidrotermal, tahap selanjutnya adalah fase supergen *successive* sebagai akhir dari proses mineralisasi ditandai dengan adanya mineral oksida yang menggantikan pirit berupa hematit dan limonit.

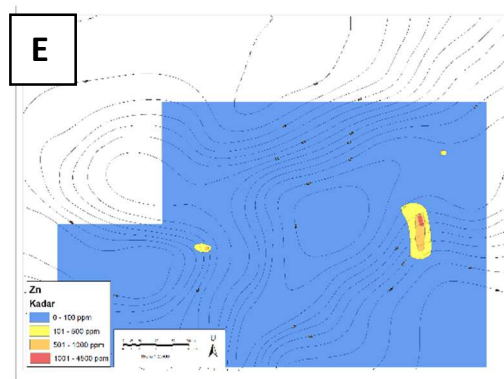
Tabel 1 Paragenesa mineralisai daerah penelitian.

| Mineral         |            | Hidrotermal | Supergen |
|-----------------|------------|-------------|----------|
| Mineral Sulfida | Pirit      |             |          |
|                 | Galena     |             |          |
|                 | Sfalerit   |             |          |
|                 | Kalkopirit |             |          |
| Mineral Oksida  | Hematit    |             |          |
|                 | Limonit    |             |          |

Geokimia Daerah Penelitian

Analisis *fire assay* dilakukan untuk mendapatkan kadar unsur logam, yaitu Au, Ag, Cu, Pb, Zn. Hasil ini didapatkan bahwa kadar logam yang terdapat di daerah penelitian bervariasi, yaitu 0,01 ppm – 4.401 ppm. Selanjutnya, data ini dikorelasikan dengan menggunakan korelasi spearman yang bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara satu unsur dengan yang lainnya. Kadar setiap unsur diurutkan berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah dalam (ppm) yang kemudian dikorelasikan satu sama lain sehingga didapatkan hasil sebagai berikut (Gambar 21).





Gambar 21 Peta persebaran unsur kimia (ppm). Persebaran unsur Ag (A), persebaran unsur Au (B), persebaran unsur Cu (C), persebaran unsur Pb (D), persebaran unsur Zn (E).

Kadar (ppm) setiap unsur diurutkan berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah yang kemudian dikorelasikan dengan menggunakan rumus spearman  $r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)}$  sehingga didapatkan hasil korelasi antara dua unsur kimia (Tabel 2). Nilai  $r_s$  menentukan hubungan antar dua variabel yang dikorelasikan. Apabila bernilai negatif maka menunjukkan hubungan tidak searah. Tidak searah berarti apabila variabel X meningkat, maka variabel Y akan menurun. Lalu, jika bernilai positif maka hubungannya searah. Searah menunjukkan apabila variabel X meningkat, maka variabel Y akan meningkat juga. Hasil korelasi memperlihatkan hubungan korelasi antar unsur yang positif dan negatif (Tabel 2). Unsur Au dengan unsur Ag memiliki korelasi yang cukup kuat serta unsur Pb dengan unsur Zn memiliki korelasi yang cukup kuat. Dengan begitu, unsur Au dan Ag mempengaruhi kadar satu sama lain dan begitu juga dengan unsur Pb dengan unsur Zn (Tabel 3).

Tabel 2 Ketentuan koefisien korelasi berdasarkan nilai r pada korelasi spearman (Sugiyono, 2017).

| Nilai r            | Keterangan Koefisien Korelasi | Keterangan warna |
|--------------------|-------------------------------|------------------|
| $r < 0,2$          | Hubungan sangat lemah         |                  |
| $0,2 < r < 0,4$    | Hubungan lemah                |                  |
| $0,4 < r < 0,7$    | Hubungan cukup kuat           |                  |
| $0,7 < r < 0,9$    | Hubungan kuat                 |                  |
| $0,9 < r \leq 1,0$ | Hubungan sangat kuat          |                  |

Tabel 3 Hasil perhitungan nilai koefisien korelasi setiap unsur kimia.

|    | Au     | Ag    | Cu    | Pb    | Zn    |
|----|--------|-------|-------|-------|-------|
| Au | 1      | 0,410 | 0,140 | 0,210 | 0,254 |
| Ag | 0,409  | 1     | 0,384 | 0,387 | 0,360 |
| Cu | 0,141  | 0,384 | 1     | 0,331 | 0,339 |
| Pb | 0,210  | 0,387 | 0,331 | 1     | 0,437 |
| Zn | -0,254 | 0,360 | 0,339 | 0,437 | 1     |

### Karakteristik Tipe Endapan

Penentuan tipe endapan epitermal dilakukan berdasarkan parameter *hostrock*, alterasi, mineral bijih, mineral pengotor, tekstur urat dan logam (White & Hedenquist, 1990) dan data sekunder hasil dari penelitian sebelumnya. *Hostrock* di daerah penelitian berupa breksi hidrotermal, jenis urat kuarsa yang berkembang didominasi urat bertekstur *anastomosing*, *comb* dan breksiasi, alterasi berkembang dengan intensitas tinggi sampai sangat tinggi didominasi oleh alterasi silisifikasi (Tabel 4). Mengacu pada hasil analisis inklusi fluida pada penelitian sebelumnya, larutan hidrotermal pada daerah penelitian diperkirakan memiliki temperatur berkisar (207°C - 253°C), salinitas < 4,1 eq. wt % NaCl dan mengendap pada kedalaman 225 dan 400 m di bawah permukaan air (Simmons dan Browne, 2000).

Lebih lanjut lagi, himpunan mineral logam pada daerah penelitian berupa pirit, sfalerit, galena, kalkopirit dan hematit yang diperkirakan terbentuk pada temperatur berkisar (100°C – 300°C) (Morrison, 1997). Adapun hasil analisis kadar dan sebaran unsur logam, unsur logam yang tinggi di daerah penelitian adalah Zn dengan kadar 4.401 ppm di sebelah tenggara daerah penelitian sementara yang paling rendah adalah unsur Au dengan kadar 0,01 ppm di sebelah utara dan timr daerah pennelitian. Berdasarkan hal tersebut, maka logam yang kemungkinan prospek untuk dikembangkan lebih lanjut adalah unsur Zn.

Tabel 4 Kesebandingan karakteristik tipe endapan daerah penelitian dengan karakteristik epitermal sulfida rendah (White, N. C., & Hedenquist, J. W., 1990).

| <b>Epitermal Sulfida Rendah</b> |                                                                              |                                                                           |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Karakteristik</b>            | <b>(White, N. C., &amp; Hedenquist, J. W. (1990))</b>                        | <b>Daerah Penelitian</b>                                                  |
| <b>Hostrock</b>                 | Batuan vulkanik subaerial asam hingga menengah dan batuan dasar di bawahnya. | Breksi Hidrotermal                                                        |
| <b>Alterasi</b>                 | Serisit/illite-argilik-propilitik. Urat didominasi oleh kuarsa + karbonat    | Silisifikasi, argilik (mineral lempung) dan fillik (serisit—mika-klorit). |
| <b>Mineral Bijih</b>            | Pirit, elektrum, emas, galena, sfalerit, kalkopirit, arsenopirit             | Pirit (dominan), galena, sfalerit, kalkopirit (jarang), hematit           |
| <b>Mineral Pengotor</b>         | Kuarsa, kalsedon, karbonat, adularia, illite, kaolinit (overprint), klorit   | Kuarsa, serisit, klorit, mineral lempung.                                 |
| <b>Tekstur</b>                  | Urat, <i>cavity filling (bands, colloforms, druses)</i> , breksi             | massif, <i>comb</i> , <i>anastomosing</i> dan <i>colloform</i> .          |
| <b>Logam Ekonomis</b>           | Au+Ag, Pb, Cu, Zn, As, Hg, Sb, Te                                            | Au, Ag, Pb, Cu, Zn                                                        |

## KESIMPULAN

Alterasi mineral di daerah penelitian dapat dibandingkan dengan epitermal sulfida rendah, berdasarkan himpunan mineralnya yang didominasi oleh kelimpahan mineral lempung dan silika pada *hostrock* breksi hidrotermal, baik mengubah fenokris, fragmen batuan, massa dasar, matriks dan juga mengisi urat dengan intensitas sedang – sangat kuat. Kelimpahan mineral lempung dan silika, endapan ini berasosiasi dengan kehadiran urat kuarsa bertekstur *anastomosing*, *comb* dan breksiasi. Lebih lanjut lagi, ini didukung dengan kehadiran mineral logam pirit, sfalerit, galena, kalkopirit dan hematit. Unsur logam paling tinggi hadir pada mineral galena, yaitu Pb di sebelah tenggara daerah penelitian dan yang terendah unsur Au di sebelah timur dan utara daerah penelitian. Kemungkinan besar yang berpotensi dan dapat dikaji lebih lanjut adalah unsur Zn yang terletak di sebelah tenggara daerah penelitian berasosiasi dengan batuan andesit dan struktur sesar mendatar sinistral.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Indo Muro Kencana yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buchanan, L. J., (1981), *Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest*, in Dickinson, W. R., and Payne, W. D., eds., Arizona Geological Society Digest, vol. 14: Tucson, Arizona Geological Society, p. 237-262.
- Corbett, G. J., & Leach, T. M. (1998). *Southwest Pacific Rim gold-copper systems: structure, alteration, and mineralization* (Vol. 6, p. 240). Littleton, Colorado: Society of Economic Geologists.
- Einaudi, M. T., Hedenquist, J. W., & Inan, E. E. (2005). *Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: Transitions from porphyry to epithermal environments*.
- Gold.org. (2024). *Gold Spot Prices*. Diakses pada 4 Desember 2024, dari <https://www.gold.org/goldhub/data/gold-prices>
- Hall, R., Blundell, D. J., & Hall, R. (1996). *Tectonic evolution of SE Asia: introduction*. Geological Society, London, Special Publications, 106(1), vii-xiii.
- Lindgren, W. (1933). *Mineral Deposits*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Morrison, K. (1997). *Important hydrothermal minerals and their significance*. Geothermal and mineral Service Division, 7.
- Prastyowati, Y. C. D. (2019). *Identifikasi Penyebaran Reservoir Pada Lapisan “Ni”, Formasi Tanjung, Lapangan “SD” Cekungan Barito Menggunakan Inversi Impedansi Akustik Dan Multi Atribut Seismik* (Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta).
- Pirajno, F. (2008). *Hydrothermal processes and mineral systems*. Springer Science & Business Media.
- Rachman, M. G., Prasetyadi, C., Subandrio, A., & Krisnabudhi, A. (2022). *Kondisi Geologi dan Analisa Struktur Geologi Daerah Kecamatan Lahei, Murungraya, dan Sekitarnya, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah*. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 9 (1sp), 68-90.
- Rosa, E. A., Jambak, M. A., & Herdiansyah, F. (2021). *Analisis Fasies Formasi Tanjung, Cekungan Barito, Kalimantan Selatan*. *Jurnal Eksakta Kebumihan*, 2(1), 40-49.

- Rangin, C., Jolivet, L., & Pubellier, M. A. N. U. E. L. (1990). A simple model for the tectonic evolution of southeast Asia and Indonesia region for the past 43 my. *Bulletin de la Société géologique de France*, 6(6), 889-905.
- Sugiyono. (2017). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta, 260-286 hal.
- Sapiie, B., Rifianto, A., & Perdana, L. A. (2014). *Cleats analysis and CBM potential of the barito basin, south kalimantan, Indonesia*. Search Discov. Artic, 10653, 1-19.
- Sobarin, Oeke., Rossa, Yunitha., Sunardi, Edy., Sukiyah, Emi. (2014). *Pengaruh Tumbukan Dangerous Ground Terhadap Pembentukan Danau Kutei, Kalimantan Timur*. Dept. Geology, Universitas Padjadjaran: Bandung.
- Sutarto, H. (2010). *Endapan Mineral*. Jurusan Teknik Geologi–FTM, UPN “Veteran” Yogyakarta. 56 – 62.
- Sillitoe, R. H. (2008). *Special paper: major gold deposits and belts of the North and South American Cordillera: distribution, tectonomagmatic settings, and metallogenic considerations*. Economic Geology, 103(4), 663-687.
- Satyana, A. H., Nugroho, D., & Surantoko, I. (1999). *Tectonic Controls on the Hydrocarbon Habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: major dissimilarities in adjoining basins*. Journal of Asian Earth Sciences, 17(1-2), 99-122.
- Satyana, A H., & Parada D. Silitonga. (1994). *Tectonic Reversal in Eastern Barito Basin, South Kalimantan : Consideration of The Types of Inversion Structures and Petroleum System Significance*. Proceeding of Twenty Third IPA Annual Convention : 57 –74.
- Taylor, B. E. (2007). *Epithermal gold deposits. Mineral Deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication, 5*, 113-139.
- Van Bemmelen, R. V. (1949). *The geology of Indonesia*, vol. 1A: *General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Hague, Martinus Nijhoff, 1
- Wurst, A. T. (2004). *Geology and genesis of the Permata-Batu Badinding-Hulubai and Kerikil au-ag low sulfidation epithermal deposits, Mt Muro, Kalimantan, Indonesia (Doctoral dissertation, University of Tasmania)*.
- White, N. C., & Hedenquist, J. W. (1995). *Epithermal gold deposits: styles, characteristics and exploration. SEG Discovery*, (23), 1-13. 2