

**MINERALOGI BIJIH DAN KORELASI ANTARA UNSUR Au DENGAN UNSUR Ag, Cu, Pb, DAN Zn PADA SAMPEL PARITAN UJI PIT X PT NUSA HALMAHERA MINERALS, KABUPATEN HALMAHERA UTARA, PROVINSI MALUKU UTARA**

**ORE MINERALOGY AND CORRELATION BETWEEN THE ELEMENT OF Au WITH ELEMENTS OF Ag, Cu, Pb, AND Zn IN TRENCH'S SAMPLE OF PIT X PT NUSA HALMAHERA MINERALS, NORTH HALMAHERA REGENCY, NORTH MALUKU PROVINCE**

**Nurrezeki Amaliah Dulfi<sup>1</sup>, Dharma Irwanda<sup>2</sup>, Tatik Handayani<sup>3</sup>, dan Suwahyadi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknologi Geologi, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

<sup>2</sup>PT Nusa Halmahera Minerals

<sup>3</sup>Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

nurrezekiadulfi@gmail.com

### ABSTRAK

Identifikasi cebakan dan karakteristik mineralogi bijih diperlukan untuk membantu kegiatan pengembangan eksplorasi lanjutan. Penelitian di area paritan uji *Pit X* dilakukan untuk mengetahui tipe cebakan epitermal berdasarkan dari *deposit form*, tekstur mineral bijih, alterasi, mineral sulfida, dan mineral *gangue* yang dominan dijumpai dari hasil deskripsi sampel secara megaskopis secara langsung di area paritan uji *Pit X*, analisis mineragrafi serta analisis petrografi. *Deposit form* yang dijumpai berupa urat, *stockwork*, dan *veinlet*. Tekstur mineral bijih yang dijumpai berupa *banded*, *comb*, *dogteeth*, *moss*, *vuggy*, dan masif. Alterasi yang dijumpai berupa silisifikasi dan silika – lempung. Mineral sulfida yang ditemukan berupa pirit dan sfalerit. Mineral *gangue* yang dijumpai berupa *quartz*, *sericite*, dan *hematite*. Berdasarkan hasil *deposit form*, tekstur mineral bijih, alterasi, mineral sulfida, dan mineral *gangue* yang dijumpai, maka area penelitian paritan uji *Pit X* termasuk kedalam tipe cebakan epitermal sulfida rendah kedalaman sekitar 300–350 m dibawah permukaan, pengendapan diatas zona pendidihan. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data tambahan mengenai korelasi antara Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn menggunakan hasil nilai kadarnya untuk mengetahui hubungan antara Au terhadap setiap unsur keempat lainnya. Hasil koefisien korelasi (R) yang diperoleh antara Au-Ag= 0.158429795, Au-Cu= 0.01, Au-Pb= 0.1923538, Au-Zn= 0.0565685425. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa korelasi Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn sangat rendah yang kemungkinan akibat keberadaan semua sampel berasal dari elevasi yang sama.

**Kata kunci:** mineralogi, paritan uji *Pit X*, epitermal, sulfida rendah, korelasi

### ABSTRACT

*The identification of deposits and mineralogical characteristics of ores is necessary to assist further exploration development activities. Research in the Pit X test trench area was conducted to determine the type of epithermal deposits based on the deposit form, ore mineral texture, alteration, sulfide minerals, and gangue minerals that are dominantly found from the results of direct megascopic sample descriptions in the Pit X test trench area, mineragraphic analysis, and petrographic analysis. Deposit forms encountered are vein, stockwork, and disseminated. Ore mineral textures encountered are banded, comb, dogteeth, moss, vuggy and massive. Alterations encountered are silicification and silica-clay. Sulfide minerals found are pyrite and sphalerite. Gangue minerals found are quartz, sericite, and hematite. Based on the results of the deposit form, ore mineral texture, alteration, sulfide minerals, and gangue minerals found, the Pit X test trench research area is included in the low sulfide epithermal deposit type at a depth of about 300-350 m below the surface, deposited*

above the boiling zone. In this study, additional data processing was carried out regarding the correlation between Au and Ag, Cu, Pb, and Zn using the results of their grade values to determine the relationship between Au and each of the other four elements. The correlation coefficient ( $R$ ) was obtained between Au-Ag = 0.158429795, Au-Cu = 0.01, Au-Pb = 0.1923538, and Au-Zn = 0.0565685425. Based on these results, it shows that the correlation of Au with Ag, Cu, Pb, and Zn is very low which may be due to the presence of all samples from the same elevation.

**Keywords:** mineralogy, pit X's trench, epithermal, low sulphidation, correlation

## PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia memiliki 15 busur magmatik yang teridentifikasi, terbentuk pada Akhir Mesozoik sampai Kenozoik, dengan pelamparan berupa daratan memanjang sekitar 15.000 km (Carlille dan Mitchell, 1994). Di antara busur magmatik tersebut terdapat Busur Besar Sunda – Banda, Busur Sulawesi Utara, Busur Halmahera, dan Busur Papua (Briyantara dan Yulianto, 2015). Kondisi tektonik ini menjadikan Indonesia kaya akan sumberdaya mineral, salah satunya adalah emas.

Pada Busur Halmahera terdapat tambang emas PT Nusa Halmahera Minerals salah satu tambang emas terbesar di Indonesia yang terletak di Halmahera Utara, Maluku Utara. Tipe deposit emas yang ditambang yakni tipe urat *low sulphidation*. Kegiatan eksplorasi emas di lokasi ini masih terus dilakukan untuk mendapatkan cebakan yang dapat memperpanjang umur tambang.

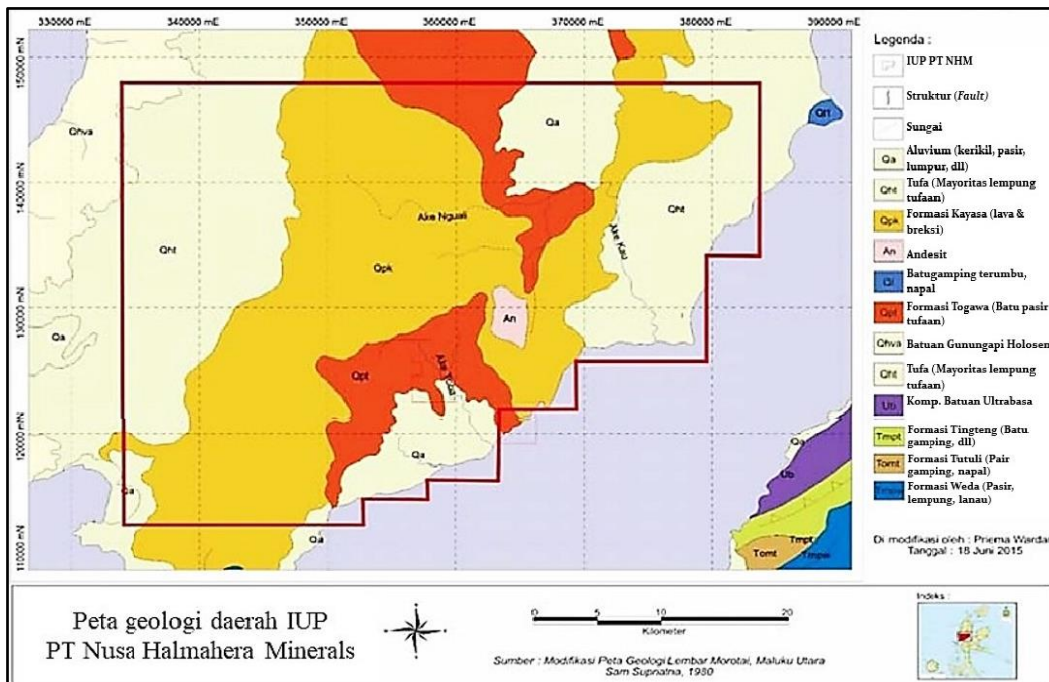
Untuk menunjang kegiatan tersebut, lokasi penelitian dilakukan di lingkungan Pit X. Penelitian dilakukan dengan metode paritan uji. Sampel yang mengindikasikan alterasi dan mineralisasi diambil dari paritan uji di Pit X, PT Nusa Halmahera Minerals. Penelitian ini sekaligus untuk menunjang kegiatan *grade control*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui mineralogi bijih dan tipe endapan epitermal berdasarkan tabel Hedenquist, et al., 2000, serta mengetahui korelasi antara unsur Au

dengan unsur Ag, Cu, Pb, dan Zn berdasarkan hasil nilai assay atau kadarnya, dengan mengacu pada model Buchanan (1981).

## Geologi Regional

Kondisi geologi dan tektonik Halmahera cukup unik, karena pulau ini terbentuk akibat pertemuan tiga lempeng yaitu: Eurasia, Pasifik dan Indo – Australia. (Katili, 1974). Akibat dari perkembangan tektoniknya, maka Maluku Utara meliputi Pulau Halmahera dan pulau-pulau sekitarnya dikelompokkan menjadi tiga wilayah tektonik yaitu Mandala Geologi Halmahera Timur, Mandala Geologi Halmahera Barat, dan Mandala Geologi Talaud-Tidore (Apandi dan Sudana, 2000).

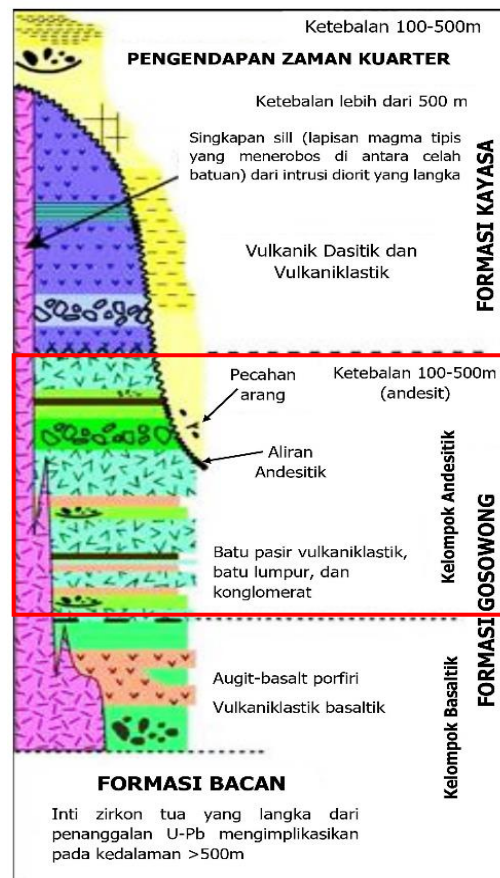
Mandala tektonik Halmahera Timur (Gag, Gebe, Weda dan Waigeo) dicirikan dengan ragam batuan ultra-basa, sedangkan Halmahera Barat (Morotai, Bacan, dan Obi) oleh batuan gunung api. Zona perbatasan antara kedua mandala tersebut terisi oleh batuan Formasi Weda yang terlipat dan tersesarkan. Sumbu lipatan berarah utara-selatan, timur laut-barat daya, dan barat laut tenggara. Struktur sesar terdiri dari sesar normal dan sesar naik, umumnya berarah utara-selatan dan barat laut-tenggara (Bessho, 1944). Secara umum keadaan geologi regional disekitar lokasi IUP PT Nusa Halmahera Mineral (PT NHM) oleh Supriatna (1980) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta geologi daerah IUP PT Nusa Halmahera Minerals

**Stratigrafi Daerah Penelitian**

Tunjaman ke arah Timur dari lempeng samudra Maluku di bawah lempeng laut Halmahera dan Filipina sejak zaman Paleogen telah menghasilkan empat busur vulkanik di lengan Barat Halmahera, yaitu: Formasi Bacan (Paleogen), Formasi Gosowong (Miosen Akhir), Formasi Kayasa (Pliosen) dan Formasi Vulkanik Kuartar yang masih aktif hingga saat ini (Clark, 2012). Batuan paling tua yang dijumpai yaitu kelompok batuan basaltik berupa augit-porfiri basalt dan vulkaniklastik basaltik. Kemudian lapisan batuan yang lebih muda dari basaltik dijumpai kelompok andesitik berupa batu pasir vulkanik, batu-lempung, dan batu konglomerat dari tipe andesit, serta batuan paling muda pada area wilayah Izin Usaha Pertambangan PT NHM adalah kelompok dasitik berupa vulkanik dasitik, vulkaniklastik, dan intrusi diorit. Formasi daerah penelitian berada di Formasi Gosowong yang batuan asalnya merupakan kelompok dari batuan andesitik (Gambar 2).



Gambar 2. Stratigrafi Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT Nusa Halmahera Minerals (Clark, 2012)



## Karakteristik Endapan Epitermal

Penentuan tipe endapan epitermal didasarkan pada tabel karakteristik milik Hedenquist, et al. (2000). Karakteristik dari tipe endapan epitermal dapat dilihat dari *host rock*, tekstur bijih, alterasi batuan, mineral sulfida, dan mineral *gangue* yang dominan dijumpai. Secara umum endapan epitermal dikelompokkan menjadi *Low Sulphidation* dan *High Sulphidation*. Endapan *Low Sulphidation* dibagi menjadi dangkal dan dalam, sedangkan *High Sulphidation* dikelompokkan lagi menjadi dangkal, menengah, dan dalam (Hedenquist, dkk., 2000).

## Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi / hubungan (*measures of association*). Analisis korelasi digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel kontinu, misalnya antara independen dan variabel dependen atau antara dua variabel independen. Ukuran hubungan antar dua variabel dalam uji korelasi disebut dengan koefisien korelasi atau *rho* (Jonathan Sarwono, 2011).

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari metode observasi lapangan,

pengambilan sampel, menganalisis sampel secara megaskopis di lapangan, kemudian analisis petrografi dan mineragrafi di Laboratorium Pusat Sumber Daya Mineral dan Batubara dan Panas Bumi Bandung, serta pembuatan grafik korelasi antara kadar unsur Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn (diperoleh menggunakan *fire assay methode* di laboratorium PT NHM) menggunakan grafik chart di *Ms. Excel* dan perhitungan regresi linear berganda menggunakan *software IBM Statistic 20*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, diperoleh sebanyak 79 sampel yang di ambil dari empat paritan uji (Gambar 3). Arah paritan memanjang memotong relatif tegak lurus arah jurus urat kuarsa. Pada *Pit X* urat kuarsa memiliki kemiringan  $45^{\circ}$  s.d.  $50^{\circ}$  dengan arah Utara-Timur Laut, tebal 1,5 s.d. 4,5 m. Posisi tersebut hampir sejajar dengan arah *strike* urat utama yaitu, Barat-Timur dengan arah *dip* ke utara.

Jarak antar paritan uji  $\pm 1-1,3$  m. Panjang paritan uji ke-1 20,2 m dan lebar 0,8-1 m (Gambar 4.A) yang diambil 18 sampel. Panjang paritan uji ke-2 26,8 m dan lebar 0,8-1 m (Gambar 4.B) dengan jumlah 23 sampel. Panjang paritan uji ke-3 31 m dan lebar 0,8-1 m (Gambar 4.C) dengan jumlah 26 sampel. Panjang paritan uji ke-4 yaitu 15,9 m dan lebar 0,8-1 m (Gambar 4.D) dengan jumlah 12 sampel.



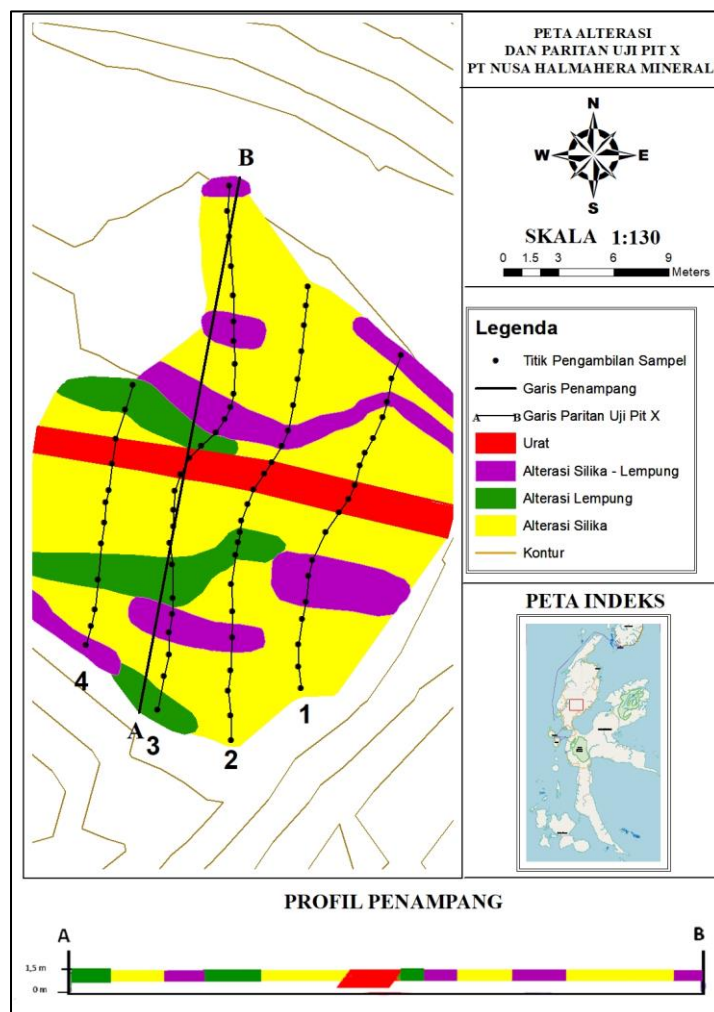
Gambar 3. Lubang paritan uji area penelitian

**Hasil Observasi di Lapangan**

Pengamatan megaskopis dilakukan di *Pit X* saat penelitian menggunakan metode paritan uji. *Pit X* merupakan penamaan lokasi lapangan penelitian yang disamarkan dengan simbol huruf "X". Secara stratigrafi, *Pit X* berada di Formasi Gosowong, batuan asalnya merupakan kelompok dari batuan andesitik (vulkaniklastik, batu pasir, batu lempung, lava, breksi, dan konglomerat). Hasil pengamatan di sepanjang jalur paritan, menghasilkan Peta Sebaran Alterasi (Gambar 4) dan sampel untuk dianalisis di laboratorium.

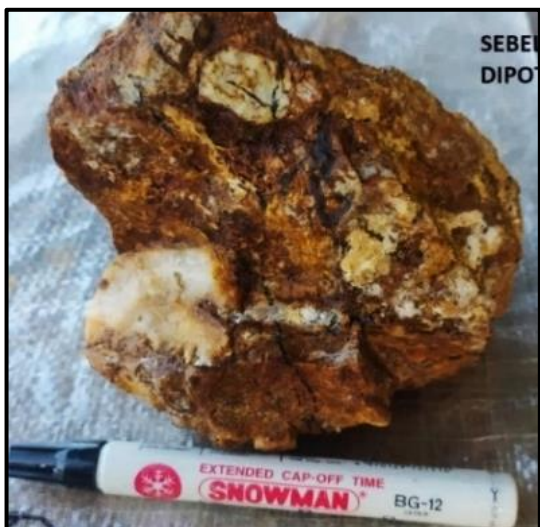
Dari paritan uji diperoleh sampel sebanyak 79. Lima sampel yang memiliki nilai kadar Au tertinggi dideskripsi lebih lanjut secara

megaskopis. Deskripsi ini mewakili hampir keseluruhan sampel yang lainnya, terdapat warna urat kuarsa dominan coklat (Gambar 5), tetapi sebagian berwarna putih susu (Gambar 6). Urat kuarsa mengalami pelapukan lemah dan teroksidasi sebagian. Dengan warna coklat kekuningan menghasilkan *goethite* (Gambar 7) dan warna merah kecoklatan menghasilkan hematit (Gambar 8). Mineral lempung dijumpai juga pada urat kuarsa dengan jumlah kandungan <3% (Gambar 9). Tekstur pada urat kuarsa umumnya masif, sebagian *vuggy* dan dijumpai juga tekstur *banded*, di dalam tekstur *banded* terdapat tekstur *comb* (Gambar 10), tekstur *dogteeth* (Gambar 11), dan tekstur *moss* (Gambar 12), serta rangkuman deskripsi secara megaskopis kelima sampel tersebut (Tabel 1).



**Gambar 4.** Peta alterasi dan paritan uji *Pit X*





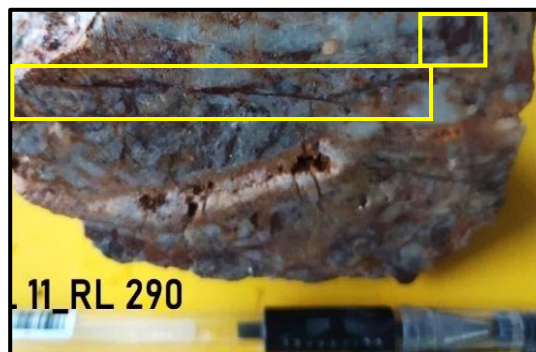
Gambar 5. Warna coklat pada bijih urat kuarsa



Gambar 6. Warna putih susu pada bijih urat kuarsa



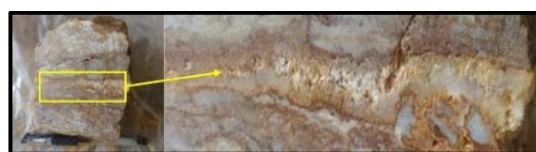
Gambar 7. Goethite



Gambar 8. Oksidasi hematit



Gambar 9. Keberadaan mineral lempung pada urat kuarsa



Gambar 10. Tekstur *comb* dalam tekstur *banded*



Gambar 11. Tekstur *dogteeth*



Gambar 12. Tekstur *moss*

**Tabel 1.** Deskripsi Sampel Secara Megaskopis

Nama Sampel	Nomor Paritan	Warna	Alterasi	Oksidasi	Tekstur	Metode Analisis
OPL 11	1	Abu-Abu Kecokelatan	Silisifikasi	Goethite, Hematite	Masif, Vuggy, Comb, Moss	Petrografi dan Mineragrafi
OPL 53	3	Cokelat	Silisifikasi	Goethite, Hematite	Masif, Crustiform, dogteeth	Petrografi
OPL 57	3	Abu-Abu Kecokelatan	Silika-Lempung	Goethite, Hematite	Masif, Crustiform, dan Vuggy.	Petrografi dan Mineragrafi
OPL 68	4	Putih	Silisifikasi	Goethite, Hematite	Masif, Vuggy dan Moss	-
OPL 74	4	Cokelat	Silisifikasi	Goethite, Hematite	Masif	Mineragrafi

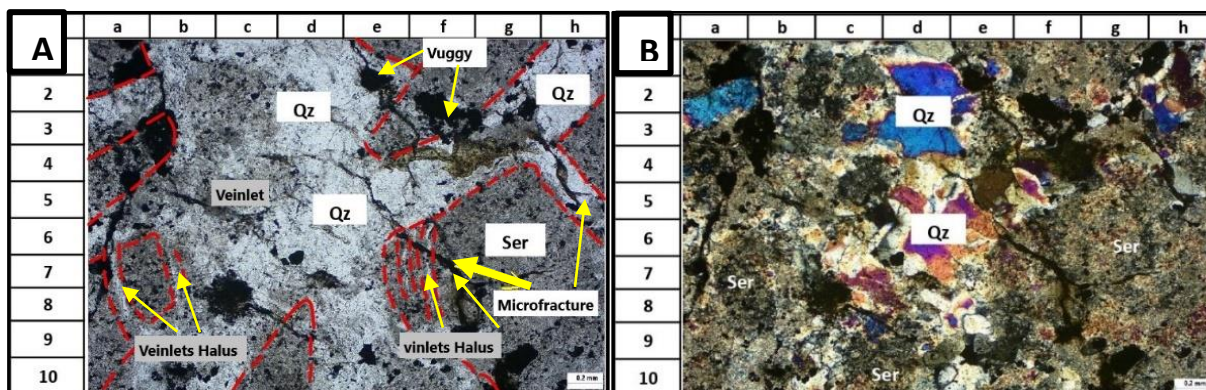
**Hasil Analisis Petrografi**

Analisis petrografi dilakukan terhadap dua sampel, yaitu sampel OPL 53 dan OPL 57 yang memiliki tekstur urat kuarsa, kedua sampel tersebut diambil dari lubang paritan uji ketiga. Berdasarkan hasil analisis menggunakan mikroskop polarisasi, pada pengamatan nikol sejajar, sampel OPL 57 (X) berwarna abu-abu tua, merupakan kristal kuarsa berbutir halus yang terpotong oleh *veinlet* kuarsa berwarna abu-abu cerah, berbutir kristal lebih kasar, membentuk *stockwork* serta terdapat *microfracture* memotong *veinlet* hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas hidrotermal terjadi lebih dari satu kali

(Gambar 13.A) dan ditemukan juga kehadiran mineral serisit (Gambar 13.B). Pada sampel OPL 57 (Y) dijumpai mineral kuarsa dan serisit (Gambar 14). Pada sampel OPL 53 dijumpai mineral kuarsa, plagioklas, dan opak (Gambar 15).

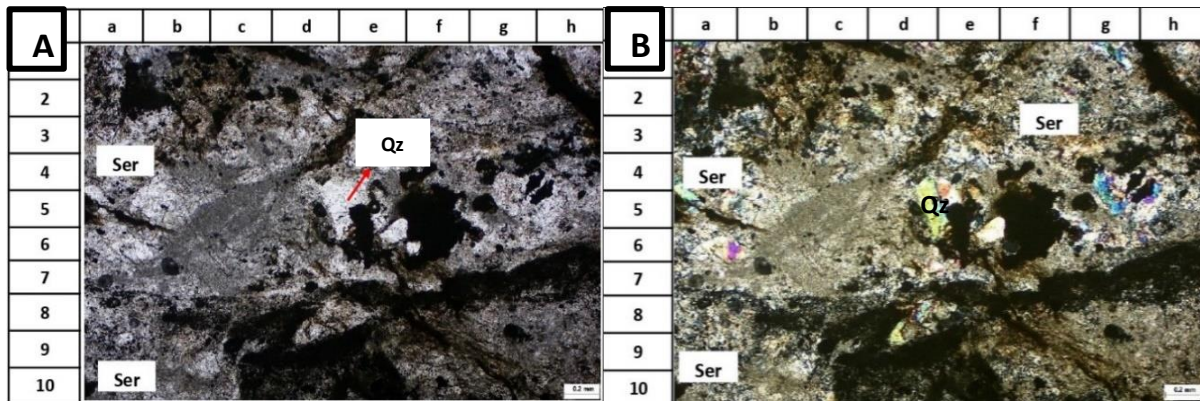
**Hasil Analisis Mineragrafi**

Pada daerah penelitian, keberadaan mineral lempung dan alterasi silisifikasi mendominasi area *Pit X* dengan bentuk silika yang tersebar mengisi pori batuan dan mengisi bukaan. Analisis mineragrafi dilakukan terhadap ketiga sampel yang memiliki nilai kadar Au nya tertinggi, yaitu OPL 11 (sampel dari lubang paritan uji pertama), OPL 57 (sampel dari lubang paritan uji ketiga), dan OPL 74 (sampel dari lubang paritan uji keempat) Berdasarkan pengamatan mineragrafi dibawah mikroskop polarisasi dengan panduan buku atlas mineral berjudul "*The Ore Minerals Under The Microscope*" (Pracejus, 2015), ditemukan mineral pirit berwarna krem, isotrop, bentuk butirnya euhedral, dan ukuran butir ± 0,03 mm (Gambar 16); telah teroksidasi berwarna krem kecokelatan, isotrop, bentuk butirnya subhedral, dan ukuran butir ± 0,01 mm (Gambar 17); sfalerit berwarna abu-abu, isotrop, bentuk butirnya anhedral, dan ukuran butir ± 0,07 mm (Gambar 18).

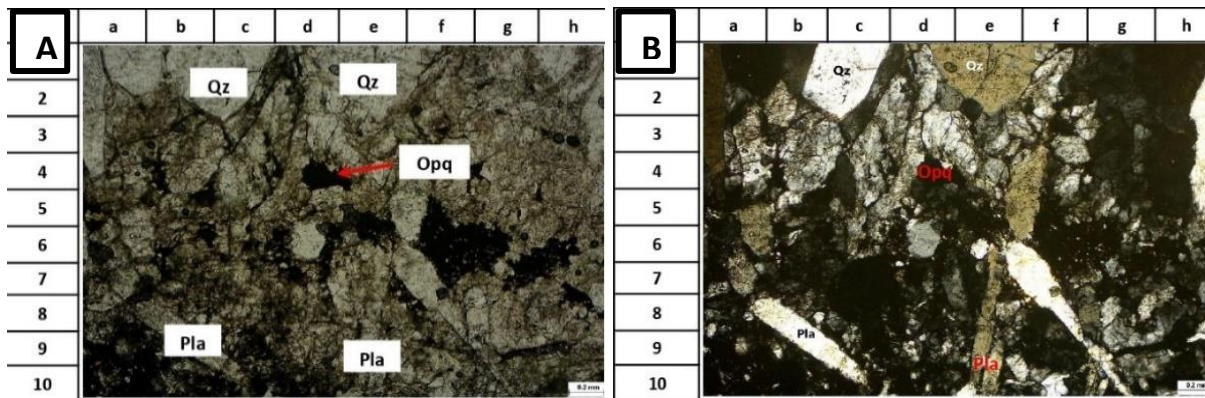


**Gambar 13.** (A) Pada fotomikrograf nikol sejajar, terdapat *vuggy*, *microfracture*, dan *veinlets* halus yang memotong *veinlet* yang besar pada sampel OPL 57 (X); (B) Fotomikrograf nikol silang, sampel OPL 57(X)

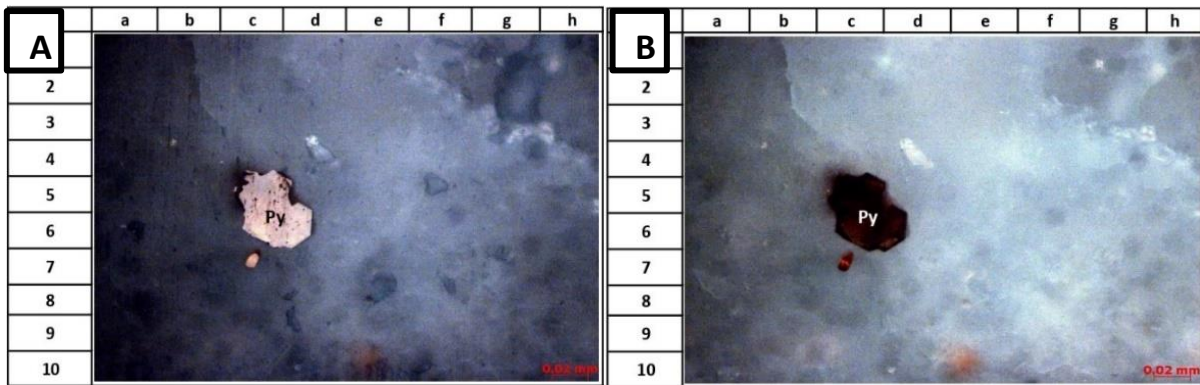




**Gambar 14.** (A) Fotomikrograf nikol sejajar sampel OPL 57 (Y);  
(B) Fotomikrograf nikol silang sampel OPL 57 (Y)

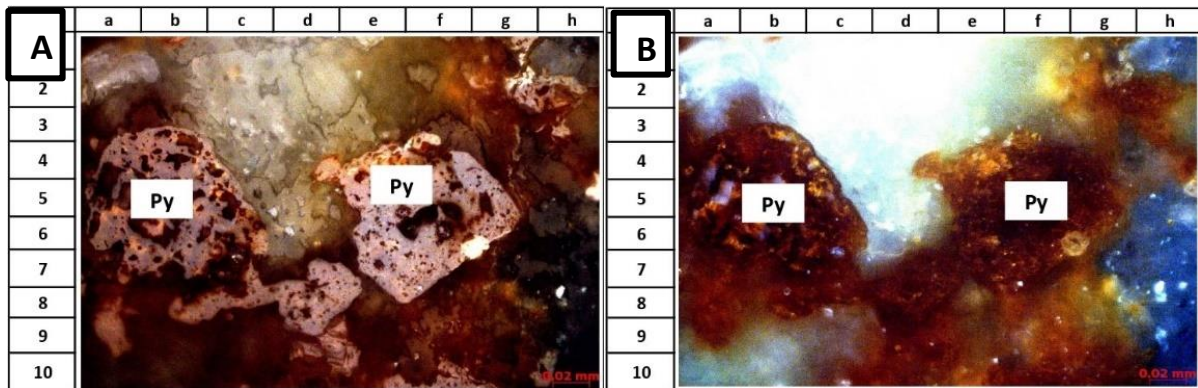


**Gambar 15.** (A) Fotomikrograf nikol sejajar sampel OPL 53;  
(B) Fotomikrograf nikol silang sampel OPL 53

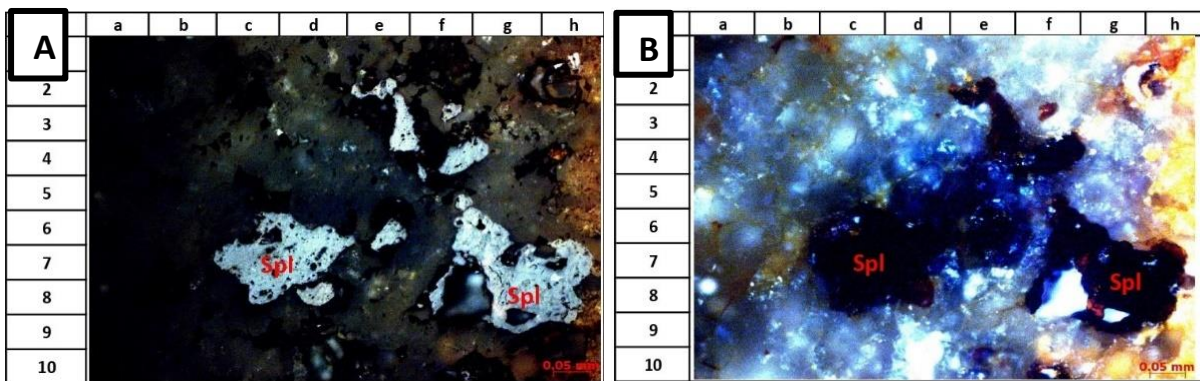


**Gambar 16.** Fotomikrograf mineral pirit (Py) pada sampel OPL 11.  
(A) nikol sejajar, (B) nikol silang





**Gambar 17.** Fotomikrograf mineral pirit (Py) yang telah teroksidasi pada sampel OPL 57. (A) nikol sejajar, (B) nikol silang



**Gambar 18.** Fotomikrograf mineral sfalerit (Spl) pada sampel OPL 74. (A) nikol sejajar, (B) nikol silang

**Mineralisasi**

Mineralisasi di daerah penelitian dijumpai berupa urat kuarsa, *stockwork*, dan *veinlets* yang saling berpotongan. Urat kuarsa pada *Pit X* memiliki kemiringan 45<sup>0</sup> s.d. 50<sup>0</sup> dengan arah jurus Utara-Timur Laut, tebal 1,5 s.d. 4,5 m. Tekstur kuarsa berupa *comb*, *dogteeth*, *banded*, *vuggy*, dan *moss*. Komposisi mineral oksida di dalam urat kuarsa yang ditemukan adalah pirit dan sfalerit. Alterasi daerah penelitian berupa silisifikasi dan silika-lempung. Mineral *gangue* yang ditemukan berupa kuarsa, serisit, dan hematit (Tabel 2). Berdasarkan keterdapatan tekstur, bentuk deposit,

tekstur bijih, alterasi, mineral sulfida, mineral *gangue*, dan kandungan logam, mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian adalah epitermal tipe *low sulphidation*, menurut klasifikasi Hedenquist dkk., (2000) berada pada zona 300 s.d. 800 meter, sedangkan menurut klasifikasi Buchanan (1981) berada pada zona 200 s.d. 350 meter di bawah permukaan, dengan posisi pengendapan di atas *boiling zone*.

Rata-rata kandungan logam di paritan uji *Pit X* adalah 0,23 ppm Au, 1,69 Ag, 96,67 ppm Cu, 15,10 ppm Pb, dan 34,22 ppm Zn dengan Rasio antara Au:Ag adalah 1:7,2.

**Tabel 2.** Karakteristik tipe endapan epitermal (Hedenquist et. al., 2000) disandingkan dengan daerah penelitian

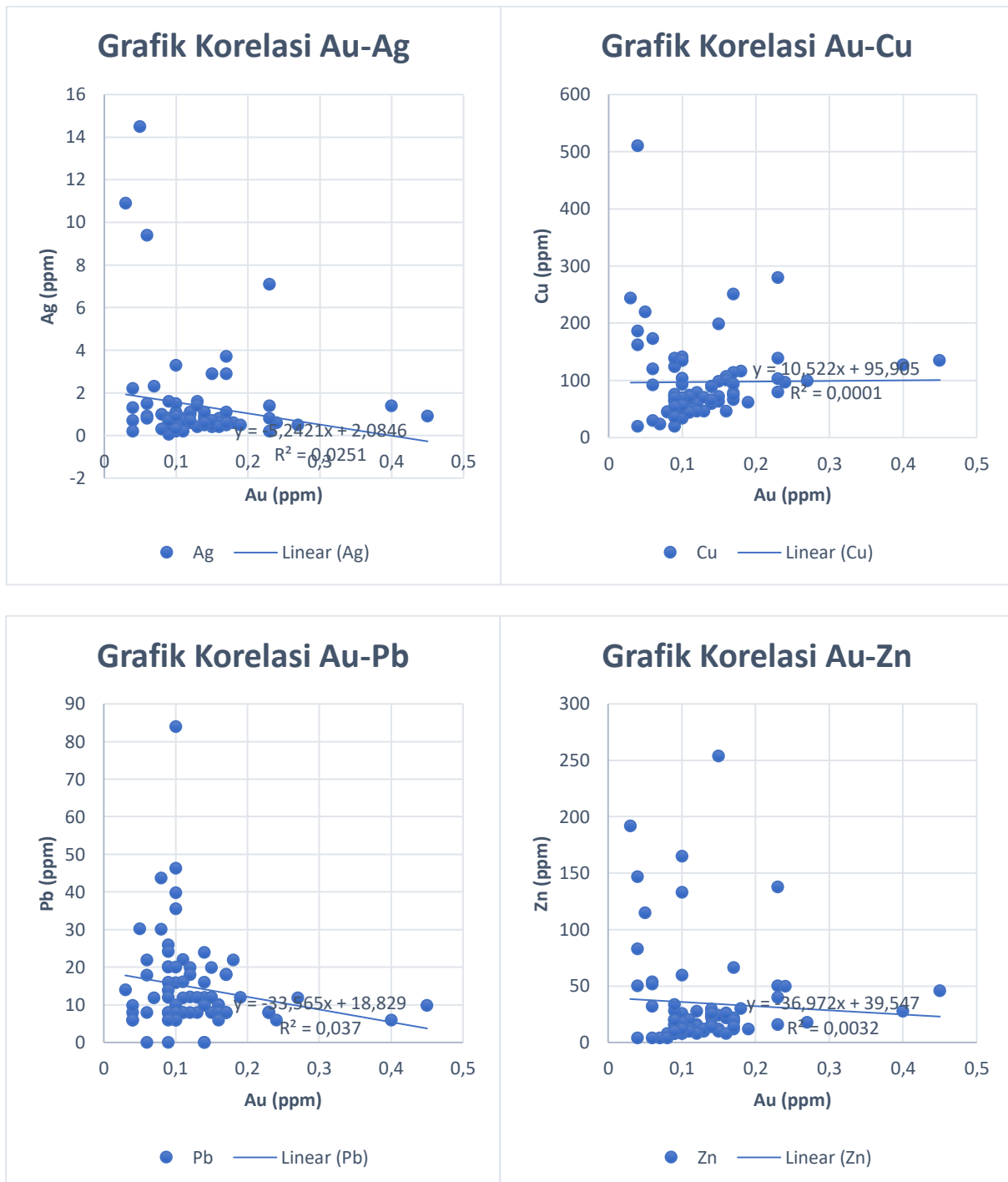
Tipe	Epitermal		Daerah Penelitian
	Sulfidasi Rendah	Sulfidasi Tinggi	
<b>Bentuk Deposit</b>	<i>Vein, Vein Swarm, Stockwork, Disseminated</i>	<i>Disseminated, breccia, dan veinlet</i>	<i>Vein, Stockwork, veinlet</i>
<b>Tekstur Bijih</b>	<i>Band halus, combs, crustiform, breksi</i>	<i>Vuggy quartz hosts replacement</i>	<i>Combs, dogteeth, vug, banded, moss.</i>
<b>Alterasi</b>	<i>Alunite kaolinite blanket, clay halo</i>	<i>Silicic (Vuggy), quartz-alunite</i>	Silisifikasi, silika – lempung
<b>Sulfida</b>	<i>Cinnabar stibnite; pyrite/marcasite - arsenophyrite, Au - Ag selenides, Se sulfosalts, Sphalerite kaya akan Fe (RB)</i>	<i>Enargite/luzonite, covellite, pyrite</i>	Pirit, sfalerit
<b>Gangue</b>	<i>Chalcedony-adularia-illite-calcite</i>	<i>Quartz-carbonate-rhodonite-sericite-adularia±barite anhydrite±hematite±chlorite (AR)</i>	<i>Quartz, sericite, hematite</i>
<b>Metals</b>	<i>Au-Ag-As-Sb-Se-Hg-Ti (RB), low Ag:Au; &lt;0,1-1% base metals</i>	<i>Ag-Au-Pb-Zn, Ba, Mn, Se (AR), high Ag:Au; 2-10 (20+)% base metals</i>	<i>Cu-Pb-Zn Rasio Au:Ag 1:7,2</i>

**Hasil Korelasi**

Jumlah data yang digunakan dalam pembuatan grafik korelasi sebanyak 79 sampel berasal dari paritan uji, masing-masing dianalisis kandungan Au, Ag, Cu, Pb, dan Zn. Kedudukan semua sampel berada pada elevasi yang sama. Analisis ini menggunakan nilai kadar dari Au, Ag, Cu, Pb, dan Zn. Hasil analisis korelasi kandungan unsur, menghasilkan grafik dan koefisien korelasi antara Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn (Gambar 19). Berdasarkan hasil diagram pencar dan perhitungan koefisien korelasi antara Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn, diperoleh kisaran 0,00 s.d. 0,199, hal ini menurut Sugiyono, (2006) mempunyai tingkat hubungan korelasi yang sangat rendah. Tingkat korelasi sangat rendah tersebut kemungkinan

akibat kedudukan semua sampel berasal dari elevasi yang sama yang berasal dari proses penelitian ini dengan pengambilan data secara langsung pada empat lubang paritan uji yang memiliki elevasi yang sama, kemudian melakukan pengambilan sampel sesuai batas interval yang ditentukan, sampel dibawa ke laboratorium untuk mendapatkan nilai kadar, lalu mendeskripsikan 5 sampel secara megaskopis yang memiliki kadar Au nya tinggi, kemudian sampel yang menarik di analisis secara petrografi dan mineragrafi, dan membuat grafik korelasi Perhitungan statistik menggunakan metode korelasi, yaitu mengakarkan nilai R<sup>2</sup> nya untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi (R). Berikut adalah nilai koefisien korelasi (R) antara Au – Ag = 0,158, Au – Cu = 0,01, Au – Pb = 0,192, dan Au – Zn = 0,057.





Gambar 19. Diagram pencar Au terhadap Ag, Cu, Pb, dan Zn

**Analisis Regresi Linear Berganda**

Analisis regresi linear berganda diolah menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic* 20., yakni untuk mengetahui pengaruh unsur Ag, Cu, Pb, dan Zn terhadap Au. Analisis ini menggunakan dua metode,

yaitu analisis simultan (secara bersama-sama) dan analisis parsial (secara sendiri-sendiri). Dari hasil pengolahan data di IBM SPSS *Statistic* 20., didapatkan tabel Anova yang digunakan untuk analisis simultan dan tabel *coefficients* untuk analisis parsial (Gambar 20).

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	16,156	4	4,039	13,139	,000 <sup>b</sup>
	Residual	22,749	74	,307		
	Total	38,906	78			

a. Dependent Variable: Au (ppm)  
 b. Predictors: (Constant), Zn (ppm), Pb (ppm), Ag (ppm), Cu (ppm)

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,302	,142		2,128	,037
	Ag (ppm)	,166	,023	,697	7,189	,000
	Cu (ppm)	-,001	,001	-,113	-,842	,402
	Pb (ppm)	-,007	,005	-,117	-1,286	,202
	Zn (ppm)	-,004	,002	-,263	-1,954	,055

a. Dependent Variable: Au (ppm)

Gambar 20. Hasil perhitungan regresi linear berganda pada IBM SPSS Statistic 20

**Analisis Simultan**

Analisis simultan (secara bersama-sama) dilakukan pada Ag, Cu, Pb, dan Zn terhadap kadar Au dari 79 sampel. Persyaratan dalam analisis simultan adalah, jika “Sig hitung Tabel Anova <  $\alpha$  = terdapat pengaruh antara satu variabel terhadap variabel lainnya secara bersama-sama, begitupun sebaliknya”. Berdasarkan tabel Anova didapatkan Sig hitung 0.000 dan  $\alpha$  memiliki nilai tetap 0.05, maka Sig hitung <  $\alpha$ , dimana terdapat pengaruh antara Ag, Cu, Pb, dan Zn terhadap Au.

**Analisis Parsial**

Analisis parsial (secara sendiri-sendiri) dilakukan pada Ag, Cu, Pb, dan Zn terhadap kadar Au yang berjumlah 79 sampel. Persyaratan dalam analisis parsial adalah, jika “Sig hitung Tabel Coefficients <  $\alpha$  = terdapat pengaruh antara satu variabel terhadap variabel lainnya secara sendiri-

sendiri, begitupun sebaliknya.  $\alpha$  memiliki nilai tetap, yaitu 0.05”. Berdasarkan tabel *coefficients* sesuai dengan persyaratan tersebut, maka hasil analisis parsial menunjukkan bahwa Ag memiliki pengaruh terhadap Au sedangkan Cu, Pb, dan Zn tidak memiliki pengaruh terhadap Au.

**KESIMPULAN**

Urut kuasa di *Pit X* PT Nusa Halmahera Minerals merupakan endapan epitermal tipe *low sulphidation*, terbentuk pada kisaran kedalaman 300 s.d. 350 m di bawah permukaan, pengendapan di atas *boiling zone*. Jenis alterasi berupa silisifikasi dan silika-lempung. Terdapat mineral sulfida berupa pirit dan sfalerit.

Berdasarkan hasil analisis korelasi, antara Au dengan Ag, Cu, Pb, dan Zn didapatkan tingkat korelasi yang sangat rendah, kemungkinan akibat kedudukan semua sampel berasal dari elevasi yang



sama. Sedangkan berdasarkan perhitungan regresi linear berganda menggunakan dua metode, yaitu metode simultan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara Ag, Cu, Pb, dan Zn terhadap Au secara bersama-sama, sedangkan metode parsial (secara sendiri-sendiri) menunjukkan bahwa Ag memiliki pengaruh terhadap Au sedangkan Cu, Pb, dan Zn tidak memiliki pengaruh terhadap Au.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *Management dan Mine Geology* PT Nusa Halmahera Minerals, khususnya yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di area Izin Usaha Pertambangannya. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada bapak Ir. Sabtanto Joko Suprpto, M.T., bapak Ir. Oman Abdurahman, M.T., Bang Barto PT NHM, Bang Tomi PT NHM serta manajemen Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung yang telah membantu dalam proses penulisan makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Apandi dan Sudana. (1980). Peta Geologi Lembar Ternate, Maluku Utara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Buchanan. (1981). *Hydrothermal Processes And Mineral Systems: Model Of Epithermal Styles. Geological Survey of Western Australia*, Australia.

Bessho. (1944). Zona Sesar Maluku Utara, Dalam Hamilton 1979, Institut Teknologi Bandung. Dep Umum Research Nasional, Jakarta.

Briyantara, S.S. dan Yulianto, T. (2015). Aplikasi Metode Magnetik untuk Melokalisasi Target Zona Mineralisasi Emas di Daerah "X". *Youngster Physics Journal*, 4(1), 1-6.

Carlile dan Mitchell. (1994). *Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia. Journal of Geochemical Exploration* 50 (1-3): 91- 142.

Clark, L.V. (2012). *The geology and genesis of the Kencana epithermal Au-Ag deposit, Gosowong Goldfiels, Halmahera Island, Indonesia*. Ph.D Thesis at CODES University of Tasmania, h. 1-14.

Hedenquist, J.W. et al. 2000. *Exploration for Epithermal Gold Deposit*. SEG Reviews Vol. 13, 2000, p . 245-277.

Katili, J.A. (1974). Geologi Daerah Halmahera Barat. Institut Teknologi Bandung. Departemen Umum *Research Nasional*, Jakarta.

Pracejus, B. (2015). *The Ore Minerals Under The Microscope. Second Edition*. Elsevier, Amsterdam.

Sarwono, Jonathan. 2009. Statistik itu Mudah Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Sugiyono. (2006). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Alfabeta, Bandung.

Supriatna, S. (1980). Modifikasi Peta Geologi Lembar Morotai – Maluku Utara. Pusat Survey Geologi, Bandung. terhadap Au sedangkan Cu, Pb, dan Zn tidak memiliki pengaruh terhadap Au.

Diterima : 12 Juni 2023 Direvisi : 12 Agustus 2023 Disetujui : 31 Agustus 2023
--------------------------------------------------------------------------------------