

STUDI PENDAHULUAN; ALTERASI HIDROTERMAL PADA ENDAPAN TEMBAGA SUPERGEN DI DAERAH TONRA KABUPATEN BONE PROVINSI SULAWESI SELATAN

Tri Andriyani HS Kandora^{1*}, Irzal Nur¹, Ulva Ria Irfan²

¹Departemen Teknik Pertambangan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

²Departemen Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*Corresponding author. Email: trykandoraa@gmail.com

Manuscript received: 18 March 2022; Received in revised form: 14 August 2022; Accepted: 24 October 2022

Abstrak

Singkapan mineralisasi tembaga supergen jenis azurit, dan malasit ditemukan pada Daerah Tonra Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. Alterasi hidrotermal dapat digunakan untuk menafsirkan dan memahami asal mineralisasi supergen dan mengidentifikasi mineralisasi hipogennya. Penelitian ini meliputi identifikasi jenis-jenis mineral alterasi hidrotermal serta tipe alterasinya. Pengolahan sampel menggunakan metode analisis megaskopis, mikroskopis petrografi dan mineralogi XRD. Hasil analisis megaskopis menunjukkan tiga singkapan teralterasi dengan perubahan fisik sebagai penanda batuan teralterasi. Analisis mikroskopis petrografi dan mineralogi XRD menunjukkan hadirnya mineral kuarsa, paligorskit, kaolinit, illit, klorit, ankerit, kalsit, zeolit, epidot, dan sfalerit. Penelitian ini menunjukkan pada lokasi penelitian terdapat dua tipe alterasi argilik dan propilitik. Tipe alterasi argilik dicirikan oleh hadirnya mineral kuarsa-kaolinit-illit, berdasarkan suhu pembentukan berkisar 100–300°C dan pH asam. Tipe alterasi propilitik dicirikan oleh mineral klorit-epidot-karbonat, berdasarkan suhu pembentukan berkisar 150–300°C dan pH netral.

Kata Kunci: Alterasi hidrotermal; argilik; propilitik; tembaga supergen.

Abstract

Outcrops of supergene copper mineralization of azurite, and malasite types were found in the Tonra Region, Bone Regency, South Sulawesi Province. Hydrothermal alteration can be used to interpret and understand the origin of supergene mineralization and identify hypogene mineralization. This research includes identification of hydrothermal alteration mineral types and their alteration types. Sample processing using megascopic analysis, microscopic petrography and XRD mineralogy. The results of megascopic analysis show three altered outcrops with physical changes as markers of altered rock. Microscopic analysis of petrography and XRD mineralogy showed the presence of quartz, paligorskit, kaolinite, illite, chlorite, ankerite, calcite, zeolite, epidote, and sphalerite minerals. This research explains that in the research location has two types of argillic and propylitic alteration. The type of argillic alteration is characterized by the presence of quartz-kaolinite-illite minerals, based on the formation temperature in the range of 100-300°C and acidic pH. The propylitic alteration type is characterized by chlorite-epidote-carbonate minerals, based on the formation temperature ranging from 150-300°C and neutral pH.

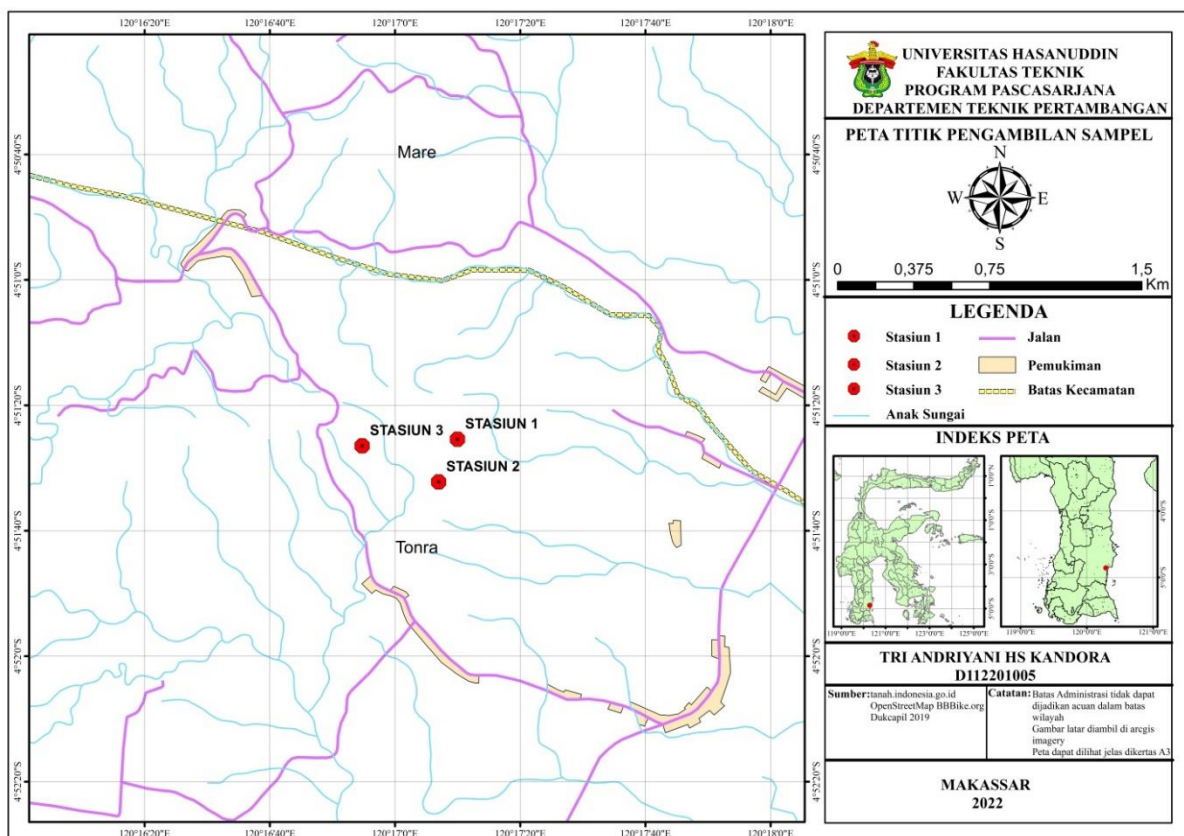
Keywords: Argillic; hydrothermal alteration; propylitic; supergene copper.

Pendahuluan

Di Daerah Tonra, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan terdapat singkapan mineralisasi tembaga supergen yang berada pada anggota Batuan Gunungapi Kalamiseng, dan secara geografis berdekatan dengan bantuan intrusi diorit (Sukanto and Supriatna, 1982). Daerah ini secara geografis berdekatan dengan mineralisasi sulfida tipe urat yang juga mengandung tembaga di Daerah Lappadata Kabupaten Bone yang juga terdapat pada Batuan Gunungapi Kalamiseng (Nur et al.,

2019). Alterasi hidrotermal dapat digunakan untuk menafsirkan dan memahami asal mineralisasi supergen dan mengidentifikasi mineralisasi hipogennya (Chávez, 2000). Alterasi hidrotermal juga dijumpai berasosiasi dengan mineralisasi supergen Daerah Tonra. Sehingga, berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian tentang karakteristik alterasi hidrotermal di Daerah Tonra Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini meliputi identifikasi jenis-jenis mineral alterasi hidrotermal serta tipe alterasinya dengan menggunakan diagram jenis alterasi oleh Corbett and Leach (1998).

Metode Penelitian



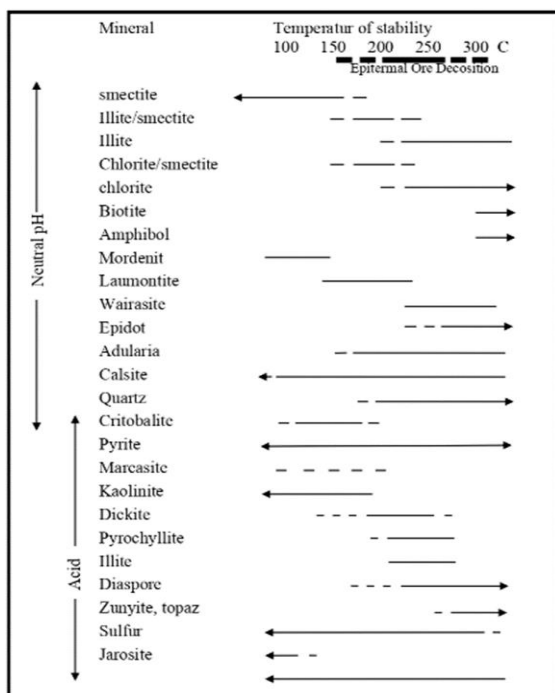
Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel.

Penelitian ini dilakukan di Daerah Tonra Kecamatan Samaenre Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan pada koordinat $4^{\circ}51'42,54''$ LS, $120^{\circ}17'9,42''$ BT Zona 51 (Gambar 1). Metode analisis data pada penelitian ini yaitu menggunakan analisis megaskopis di lapangan, dan analisis laboratorium meliputi analisis mikroskopis

petrografi, dan mineralogi XRD (*X-ray diffraction analysis*). Teknik pengambilan data dengan analisis megaskopis pada singkapan yang mengalami alterasi, kemudian mengambil sampel menggunakan metode *chip sampling*.

Sampel yang diperoleh dari lokasi penelitian kemudian dilakukan preparasi dalam bentuk sayatan tipis (*thin sections*) untuk analisis petrografi dilakukan di Laboratorium Preparasi Batuan, Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Sampel dipreparasi menjadi bubuk (*pulverizing*) sebesar 200 mesh menggunakan *agate mortar* di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian, Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Berdasarkan himpunan mineral alterasi yang dikenali di bawah mikroskop, maka dibuat pengelompokan dan penamaan tipe alterasi hidrotermal menggunakan klasifikasi diagram jenis alterasi (Corbett and Leach, 1998), serta menjelaskan beberapa mineral-mineral hasil alterasi yang dapat dijadikan petunjuk untuk menentukan kondisi suhu proses hidrotermal terbentuk (Gambar 2), pengelompokan dan penamaan tipe alterasi ini didasarkan pada dominasi atau kelimpahan mineralnya, dan juga mempertimbangkan lokasi keterdapatannya.



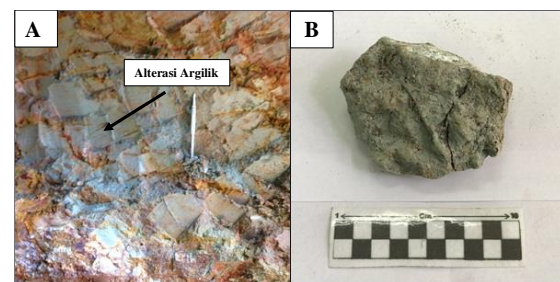
Gambar 2. Mineral alterasi penunjuk *temperature* (Hedenquist et al., 1994)

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi mineral-mineral alterasi yang terbentuk di daerah penelitian dilakukan pada sampel-sampel alterasi dari 3 (tiga) stasiun terpilih.

1. Zona alterasi kuarsa-kaolinit-illit

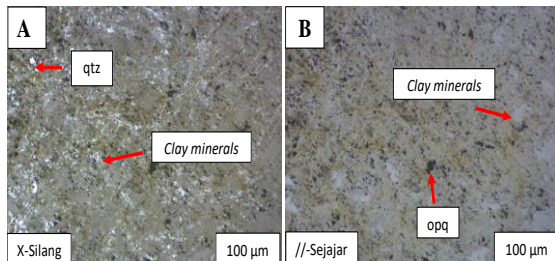
Singkapan teralterasi ditemukan pada titik koordinat 4°51'32,23" LS, 120°17'6,98" BT Zona 51. Analisis petrografi dan XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan pada sampel dengan kode ST.1, yaitu pada batuan teralterasi yang mengalami perubahan fisik singkapan berwarna putih hingga kehijauan. Singkapan ini cenderung sangat lunak menunjukkan ubahan dari *clay minerals* (Madi, 2020). Sampel ini diambil di lokasi yang telah ditampilkan pada Gambar 3 (A) Foto singkapan yang lebih dekat (*closed-up*).



Gambar 3. (A) Singkapan batuan teralterasi ST.1 (B) Sampel ST.1.

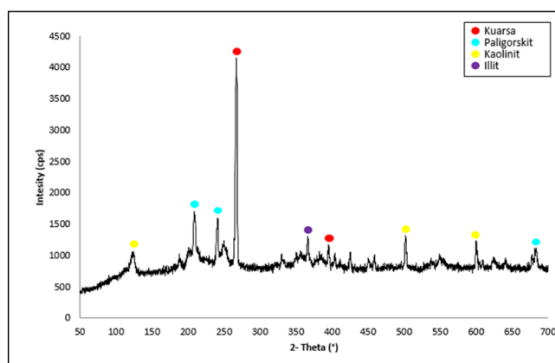
Mineral-mineral alterasi hidrotermal yang dikenali di bawah mikroskop adalah: kuarsa (qtz), *clay mineral*, dan mineral opak (opq). Mineral opak (opq) umumnya tersebar pada massa dasar, berukuran halus (< 0,01 mm), dan terdapat bersama-sama dengan kuarsa (qtz) dan *clay mineral*. Butiran opak yang membentuk himpunan, meng-*overprint* *clay mineral* yang telah me-*replace* mineral primer plagioklas dari batuan beku Diorit berdasarkan geologi regional (Sukamto and Supriatna, 1982). Terlihat pula mineral opak yang membentuk tekstur *dendritic*. Mineral opak berukuran kasar (0,05 – 0,1 mm) umumnya berbentuk euhedral-kubik hingga subhedral. *Clay mineral* merupakan ubahan dari grup mineral lempung dan merupakan

mineral ubahan dari plagioklas dan feldspar pada batuan vulkanik (Ross and Hendricks, 1945) khususnya pada batuan *hostrock* Diorit. Mineral kuarsa hadir sebagai massa dasar kristalin. Fotomikrograf sampel alterasi ST.1 dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. (A) Fotomikrograf ST.1 (x-silang). (B) Fotomikrograf ST.1 (//sejajar). Mineral yang hadir merupakan himpunan mineral alterasi kuarsa (qtz) dan clay minerals dan opak (opq).

Hasil analisis XRD memperlihatkan hadirnya mineral-mineral kuarsa (37,9%), paligorskit (35,2%), kaolinit (13,2%), dan illit (13,7%) yang merupakan grup dari clay minerals dan dapat dilihat pada difraktogram Gambar 5. Kumpulan mineral alterasi ini dikategorikan dalam jenis alterasi argilik sesuai dengan klasifikasi dari Corbett and Leach (1998), dan berdasarkan kehadiran mineral alterasi tersebut suhu pembentukan mineral diinterpretasikan berkisar 100 – 300°C (Gambar 2) menunjukkan indikasi alterasi fluida pH asam.

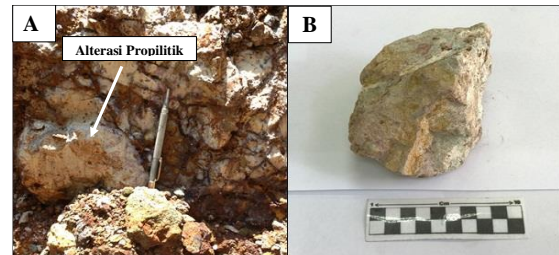


Gambar 5. Difraktogram sampel alterasi argilik.

2. Zona alterasi klorit-epidot-karbonat

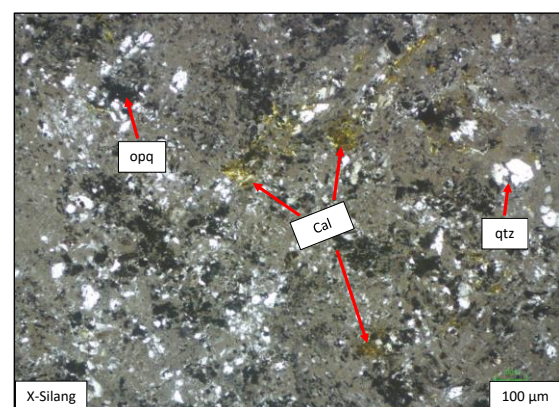
Singkapan ditemukan pada titik koordinat 4°51'25,42" LS, 120°17'9,99" BT Zona 51. Analisis petrografi dan XRD (*X-Ray*

Diffraction) dilakukan pada sampel dengan kode ST.2, yaitu pada batuan teralterasi yang mengalami perubahan fisik singkapan berwarna putih hingga kecoklatan, singkapan ini cenderung sangat lunak menunjukkan ubahan dari mineral primernya (Madi, 2020). Sampel ini diambil di lokasi yang telah ditampilkan pada Gambar 6 (A) Foto singkapan yang lebih dekat (*closed-up*).



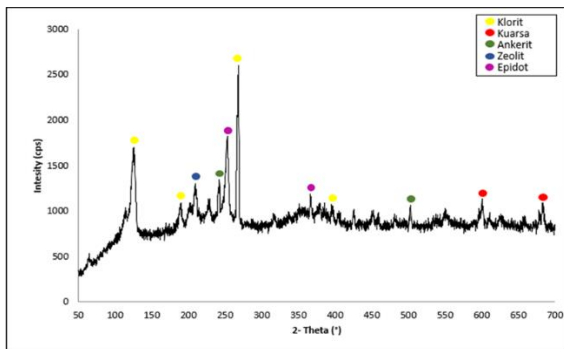
Gambar 6. (A) Singkapan batuan teralterasi ST.2 (B) Sampel ST.2.

Mineral-mineral alterasi hidrotermal yang dikenali di bawah mikroskop adalah kuarsa (qtz), kalsit (cal), dan mineral opak (opq). Mineral kalsit (cal) adalah mineral yang mendominasi umumnya tersebar anhedral, berukuran halus (< 0,05 mm) memanjang, mineral kalsit (cal) merupakan mineral karbonat yang *me-replace* mineral plagioklas dan telah mengalami ubahan. Mineral kuarsa hadir sebagai massa dasar kristalin yang telah teralterasi. Fotomikrograf sampel alterasi ST.2 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Fotomikrograf ST.2 (x-silang) memperlihatkan himpunan mineral alterasi kuarsa (qtz), kalsit (cal), dan mineral opak (opq).

Hasil analisis memperlihatkan hadirnya mineral-mineral klorit (45,8%), kuarsa (26,8%), ankerit (11,1%), zeolit (10,4%), dan epidot (5,9%) dapat dilihat pada difraktogram Gambar 8. Mineral yang menjadi penciri dari alterasi ini yaitu klorit-epidot-karbonat, mineral karbonat yang hadir dalam mikroskopis adalah ankerit. Kumpulan mineral alterasi ini dikategorikan dalam jenis alterasi propilitik sesuai dengan klasifikasi dari Corbett and Leach (1998), dan berdasarkan kehadiran mineral alterasi tersebut suhu pembentukan mineral diinterpretasikan berkisar 150 – 300°C (Gambar 2) menunjukkan indikasi alterasi fluida pH mendekati netral.



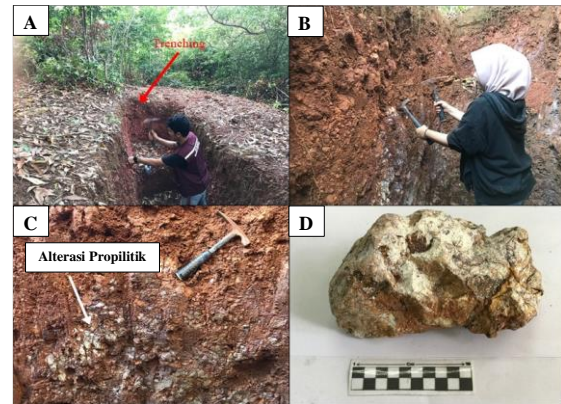
Gambar 8. Difraktogram sampel alterasi propilitik.

3. Zona alterasi klorit-epidot-karbonat

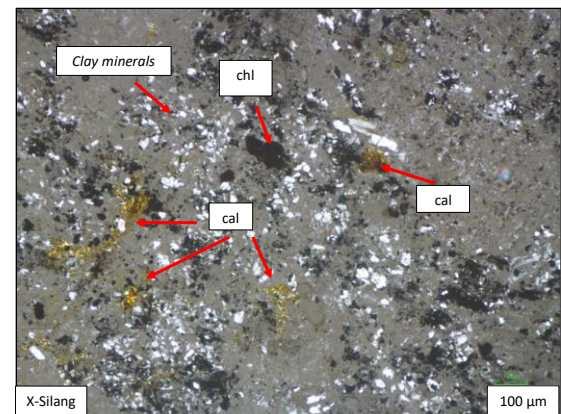
Singkapan ditemukan pada titik koordinat 4°51'26,47" LS, 120°16'54,77" BT Zona 51. Analisis petrografi dan XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan pada sampel dengan kode ST.3, yaitu pada batuan teralterasi yang mengalami perubahan fisik singkapan berwarna putih hingga kecoklatan. Singkapan ini cenderung sangat lunak menunjukkan ubahan dari lempung (Madi, 2020). Stasiun 3 merupakan singkapan yang berada pada parit uji (*trenching*) penambangan (Gambar 9 A).

Mineral-mineral alterasi hidrotermal yang dikenali di bawah mikroskop adalah *clay minerals* hadir sebagai massa dasar yang telah berubah oleh mineral primernya, mineral kalsit juga hadir sebagai mineral karbonat yang mendominasi, umumnya tersebar dalam bentuk anhedral, berukuran halus (< 0,05 – 0,1 mm). Klorit (chl) hadir

sebagai fenokris dalam bentuk subhedral dengan ukuran (0,1 mm) (Ross and Hendricks, 1945). Fotomikrograf sampel alterasi ST.3 dapat dilihat pada Gambar 10.



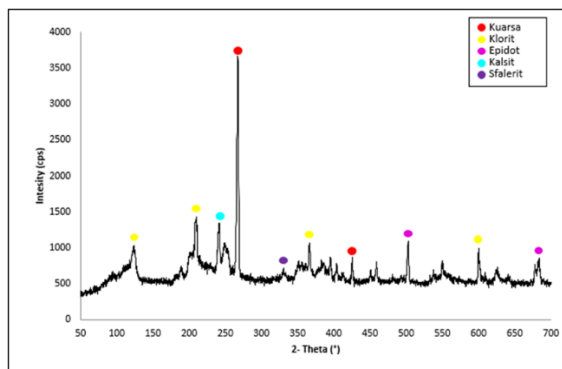
Gambar 9. (A) Singkapan alterasi di lokasi *trenching* pada ST.3 (B) Luas lokasi *trenching* ST.3 (C) Singkapan teralterasi ST.4 (D) Sampel ST.3.



Gambar 10. Fotomikrograf ST.3 (x-silang) himpunan mineral alterasi pada sampel yaitu *clay minerals*, klorit (chl), dan kalsit (cal).

Hasil analisis memperlihatkan hadirnya mineral-mineral alterasi kuarsa (47,9%), klorit (23,6%), epidot (13,9%), kalsit (13,7%), dan sfalerit (1,0%). Opak yang ditemukan, hasil XRD dapat dilihat pada difraktogram Gambar 11. Mineral sfalerit hadir sebagai bijih seng (Zn) yang terkayakan pada zona mineralisasi dan oksidasi (Sukandarrumidi, 2016). Mineral yang menjadi penciri dari alterasi ini yaitu klorit-epidot-karbonat, mineral karbonat yang hadir dalam mikroskopis adalah kalsit. Kumpulan mineral alterasi ini dikategorikan dalam jenis alterasi propilitik sesuai dengan klasifikasi dari Corbett and

Leach (1998), dan berdasarkan kehadiran mineral alterasi tersebut suhu pembentukan mineral diinterpretasikan berkisar 150 – 300°C (Gambar 2) menunjukkan indikasi alterasi fluida pH netral.



Gambar 11. Difraktogram sampel alterasi propilitik.

Berdasarkan keterdapatannya mineral-mineral alterasi yang hadir sampel yang mengalami alterasi yaitu ST.1, ST.2, dan ST.3, maka dapat dibuat tabulasi himpunan mineral alterasi dan tipe alterasi berdasarkan diagram jenis alterasi oleh Corbett and Leach (1998) seperti pada Tabel 1 di bawah ini menunjukkan tipe alterasi lokasi penelitian adalah argilik dan propilitik.

Tabel 1 Himpunan mineral alterasi dan tipe alterasi.

Sampel	Mineral Alterasi		Mineral Utama	Tipe Alterasi
	Petrografi	XRD		
ST 1	Kuarsa, clay minerals dan opak	Kuarsa, paligorskit, kaolinit dan illit	Kuarsa-kaolinit-illit	Argilik
ST 2	Kalsit, kuarsa dan opak	Klorit, kuarsa, ankerit, zeolit dan epidot	Klorit-epidot-karbonat	Propilitik
ST 3	Clay minerals, klorit, kalsit dan opak	Kuarsa, klorit, epidot, kalsit dan sferit	Klorit-epidot-karbonat	Propilitik

Kesimpulan

Lokasi penelitian ini berasosiasi dengan alterasi hidrotermal. Di daerah Tonra Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan khususnya di lokasi penelitian terdapat dua

tipe alterasi yaitu argilik dan propilitik. Tipe alterasi argilik dicirikan oleh hadirnya mineral kuarsa-kaolinit-illit, berdasarkan suhu pembentukan berkisar 100 – 300°C dan pH asam. Tipe alterasi propilitik dicirikan oleh mineral klorit-epidot-karbonat, berdasarkan suhu pembentukan berkisar 150 – 300°C dan pH netral.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini terutama kepada Bapak Kepala Desa Samaenre Kecamatan Tonra Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di lokasi tersebut. Kepada rekan-rekan mahasiswa pascasarjana yang telah membantu dalam proses penelitian dan kepada kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan doa, materi dan moral kepada penulis.

Daftar Pustaka

- Chávez, W.X. 2000. Supergene oxidation of copper deposits: zoning and distribution of copper oxide minerals. *SEG Newsletter*. 41, pp.10 – 21.
<https://pyrite.utah.edu/shortcourses/map2002/Oxide.pdf>
- Corbett, G.J. and Leach, T.M, 1998. Southwest Pacific Rim Gold. Copper System: Structure, Alteration and Mineralization. *Special Publications of The Society of Economic Geologists*. 6.
<https://doi.org/10.5382/SP.06>
- Hedenquist, J.W., Matsuhisa, Y., Izawa, E., White, N.C., Giggenbach, W.F. and Aoki, M. 1994. Geology, geochemistry, and origin of high sulfidation Cu-Au mineralization in the Nansatsu district, Japan. *Economic Geology*. 89(1), pp.1-30.

<https://doi.org/10.2113/gsecongeo.89.1.1>

Madi, A. 2020. Karakteristik Mineralisasi pada Endapan Hidrotermal Prospek Beringin Halmahera Mineral, Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal GEOMining*. 1(1), pp.38-48.

<http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/geomining/article/view/2123>

Nur, I., Sufriadin., Ilyas, A. and Irfan, U.R. 2019. Hydrothermal Alteration Associated with Vein-Type Sulphide Mineralization at Lappadata Prospect, South Sulawesi, Indonesia: A Preliminary Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 676(1), p. 012033.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/676/1/012033>

Ross, C.S. and Hendrick, S. 1945. *Minerals of the montmorillonite group, their origin and relation to soils and clays*. Washington: United States Government Printing Office. p.23-79.

<https://pubs.usgs.gov/pp/0205b/report.pdf>

Sukamto, R. and Supriatna, S. 1982. *Peta geologi lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

<https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/preview/peta-geologi-lembar-buton-sulawesi-tenggara>

Sukandarrumidi. 2016. *Geologi Mineral Logam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.