

Analisis Alterasi dan Mineralisasi pada Endapan Bijih di Daerah Reboya, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat

Aji Syailendra Ubaidillah^{1*}

¹*Program Studi D3 Teknik Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Mataram
Jl. KH Ahmad Dahlan No.1, 83115 Mataram, Nusa Tenggara Barat

*Korespondensi penulis: aji.syailendra@gmail.com

(Received: 06-1-2026; Revised: 06-21-2026; Accepted: 06-30-2026)

Abstract. *Sumbawa Island is the part of a magmatic arc system with significant potential for sulfide mineralization. This study aims to identify the characteristics of hydrothermal alteration, mineralization, and the type of hydrothermal deposit occurring at Mount Reboya, Telaga Bertong Village, Taliwang District, West Sumbawa Regency. The research methods included geological field observations, rock sampling, and megascopic and petrographic analyses. The results reveal the presence of alteration minerals, including plagioclase, K-feldspar, quartz, biotite, hornblende, and clay minerals, which are associated with argillic, advanced argillic, silicification, and potassic alteration types. Ore minerals identified in the study area consist of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, and galena. Based on the mineral assemblages and alteration characteristics, the hydrothermal deposits developed in the study area are interpreted to be of epithermal and hypothermal types. This study provides insights into the hydrothermal processes that have affected the area and offers a scientific basis for further mineral exploration activities.*

Keywords: *Mount Reboya, hydrothermal alteration, mineralization, epithermal deposit, petrography, West Sumbawa*

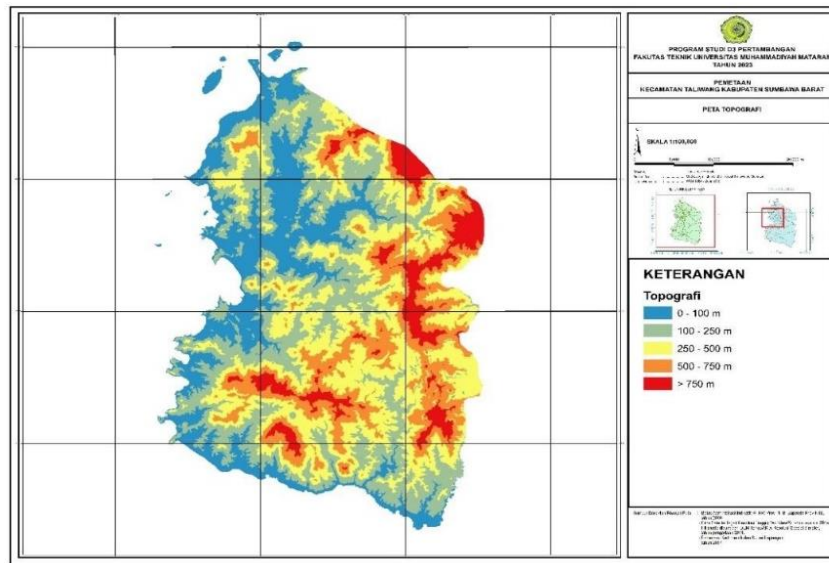
Abstrak. Pulau Sumbawa tersusun atas busur magmatik yang berpotensi mengandung mineral sulfida. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik alterasi, mineralisasi, dan tipe endapan hidrotermal pada endapan bijih di Gunung Reboya, Kelurahan Telaga Bertong, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat. Metode yang digunakan meliputi pengambilan data lapangan, sampling batuan, serta analisis megaskopis dan petrografi. Hasil analisis menunjukkan adanya mineral-mineral alterasi seperti plagioklas, K-feldspar, kuarsa, biotit, hornblenda, dan mineral lempung yang tergolong dalam tipe alterasi argilik, argilik lanjut, silisifikasi, dan potasik. Mineral bijih yang teridentifikasi meliputi pirit, kalkopirit, sfalerit, dan galena. Berdasarkan asosiasi mineral dan karakteristik alterasi yang teridentifikasi, tipe endapan hidrotermal yang berkembang di daerah penelitian adalah epitermal dan hipotermal. Studi ini memberikan dasar pemahaman mengenai proses hidrotermal di daerah tersebut serta rekomendasi untuk eksplorasi lebih lanjut.

Kata Kunci: Gunung Reboya, alterasi hidrotermal, mineralisasi, endapan epitermal, petrografi, Sumbawa Barat

PENDAHULUAN

Pulau Sumbawa terletak di bagian timur Kepulauan Nusa Tenggara dan merupakan bagian dari busur vulkanik aktif yang terbentuk akibat subduksi lempeng Indo-Australia di bawah lempeng Eurasia [1], [2]. Secara fisiografis, daerah penelitian termasuk dalam zona vulkanik Kuartar yang dicirikan oleh morfologi perbukitan hingga pegunungan dengan elevasi berkisar antara 200-800 meter di atas permukaan laut (gambar 1). Kondisi fisiografi tersebut mencerminkan aktivitas vulkanisme dan tektonisme yang intens, yang berperan penting dalam pembentukan satuan batuan vulkanik di wilayah ini. Selain itu, keberadaan struktur geologi dan aktivitas magmatik yang berkembang telah memberikan pengaruh

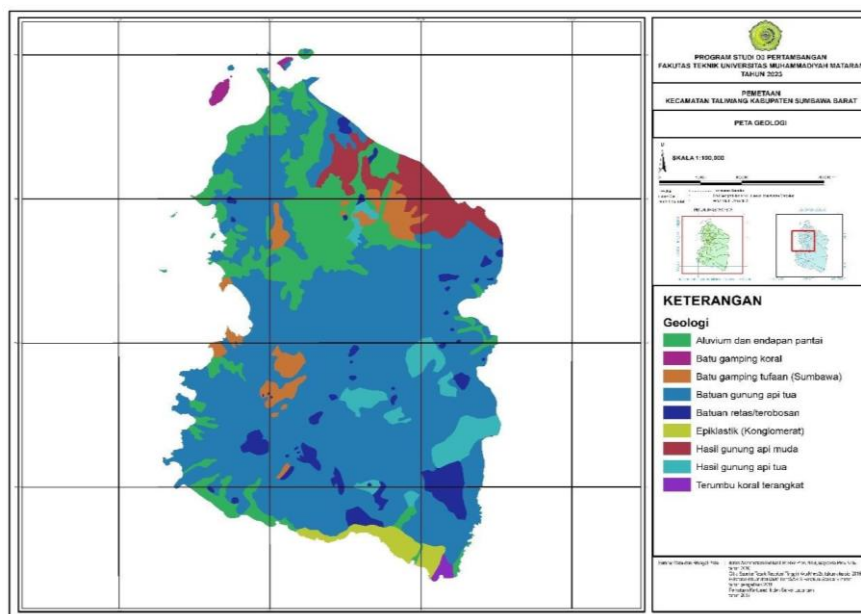
yang signifikan terhadap proses alterasi hidrotermal dan mineralisasi [3] yang dijumpai di daerah penelitian.



GAMBAR 1. Topografi daerah penelitian (Reboya).

Geomorfologi daerah penelitian didominasi oleh bentukan vulkanik dengan pola aliran sungai dendritik hingga radial. Topografi yang bergelombang hingga berbukit menunjukkan adanya proses erosi dan pelapukan yang intensif [4]. Kemiringan lereng bervariasi dari landai ($5-15^\circ$) hingga curam ($>40^\circ$), terutama di bagian puncak dan lereng gunung [5].

Stratigrafi regional Pulau Sumbawa tersusun atas satuan batuan vulkanik, sedimen, dan batuan intrusif yang berumur Tersier hingga Kuarter (gambar 2). Satuan batuan tertua di wilayah ini didominasi oleh batuan vulkanik berumur Tersier yang terdiri atas andesit, basalt, dan tuf. Selanjutnya, satuan tersebut diintrusi oleh batuan intrusif berkomposisi menengah hingga asam, berupa diorit dan granodiorit, yang diperkirakan berumur Miosen hingga Pliosen. Kehadiran batuan intrusif tersebut mencerminkan aktivitas magmatisme yang berlangsung secara intens selama evolusi geologi Pulau Sumbawa dan berperan penting dalam pembentukan sistem hidrotermal serta mineralisasi di wilayah ini.



GAMBAR 2. Peta geologi regional Sumbawa Barat.

Di daerah penelitian, satuan batuan yang tersingkap meliputi: Batuan Vulkanik Tersier: Terdiri dari andesit, andesit basal, dan tufa yang telah mengalami alterasi hidrotermal. Batuan Intrusi: Berupa diorit dan granodiorit yang memotong batuan vulkanik. Endapan Permukaan: Meliputi soil, koluvium, dan aluvium yang menutupi batuan dasar.

Struktur geologi regional didominasi oleh sesar-sesar berarah barat laut-tenggara dan timur laut-barat daya yang merupakan hasil dari tektonik aktif di zona subduksi [6], [7]. Struktur-struktur ini berperan penting sebagai jalur migrasi fluida hidrotermal dan mengontrol distribusi mineralisasi [8]. Di daerah penelitian, struktur yang berkembang meliputi kekar-kekar dan zona rekahan yang berasosiasi dengan alterasi hidrotermal. Orientasi struktur dominan berarah barat laut-tenggara, sejajar dengan trend regional. Zona-zona lemah struktural ini menjadi jalur utama sirkulasi fluida hidrotermal yang membentuk zona alterasi dan mineralisasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu pengambilan data lapangan, pengambilan sampel batuan, analisis megaskopis, dan analisis petrografi. Setiap tahapan tersebut dilakukan secara sistematis untuk memperoleh data yang diperlukan dalam mencapai tujuan penelitian. Adapun penjelasan masing-masing tahapan kegiatan disajikan sebagai berikut.

– Pengambilan Data Lapangan

Penelitian dilakukan melalui pemetaan geologi detail dengan skala 1:5.000 yang mencakup pengamatan singkapan batuan, pengukuran struktur geologi, dan identifikasi zona alterasi. Pengamatan lapangan difokuskan pada karakteristik litologi, tekstur batuan, struktur geologi, dan tipe alterasi yang berkembang [9]. Data yang diperoleh dari kegiatan lapangan digunakan sebagai dasar dalam interpretasi kondisi geologi serta hubungan antara alterasi hidrotermal dan mineralisasi di daerah penelitian.

– Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel batuan dilakukan secara sistematis pada lokasi-lokasi yang mewakili variasi litologi dan tipe alterasi. Total 15 sampel batuan diambil dari berbagai zona alterasi untuk analisis lebih lanjut. Setiap sampel diberi kode dan didokumentasikan posisi geografisnya menggunakan GPS.

– Analisis Megaskopis

Analisis megaskopis dilakukan terhadap seluruh sampel batuan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik seperti warna, tekstur, struktur, komposisi mineral, dan tingkat alterasi. Pengamatan dilakukan dengan bantuan lup tangan (10×) dan palu geologi. Parameter yang diamati meliputi warna batuan segar dan lapuk, tekstur dan struktur batuan, komposisi mineral primer dan sekunder, tipe dan intensitas alterasi, dan kehadiran mineral bijih.

– Analisis Petrografi

Analisis petrografi dilakukan terhadap 8 sampel terpilih. Sampel ini dipilih dengan memperhatikan variasi tipe alterasi pada masing-masing sampel. Sayatan tipis dibuat dengan ketebalan standar 0,03 mm dan diamati menggunakan mikroskop polarisasi. Analisis petrografi bertujuan untuk identifikasi mineral primer dan sekunder, penentuan tekstur dan hubungan antar mineral, karakterisasi tipe dan intensitas alterasi, identifikasi mineral bijih dan gangue, dan penentuan paragenesa mineral [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Litologi daerah penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan analisis petrografi, litologi daerah penelitian didominasi oleh batuan vulkanik dan batuan intrusi yang telah mengalami alterasi

hidrotermal dengan tingkat intensitas yang bervariasi. Satuan batuan yang berhasil diidentifikasi meliputi:

a. Andesit

Andesit merupakan batuan dominan di daerah penelitian, berwarna abu-abu hingga kehijauan pada batuan segar, dan coklat kemerahan pada batuan lapuk. Tekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas, hornblenda, dan biotit dalam massa dasar berbutir halus. Batuan ini telah mengalami alterasi dengan intensitas lemah hingga kuat, ditandai oleh kehadiran mineral-mineral sekunder seperti klorit, epidot, dan mineral lempung.

b. Andesit Basal

Andesit basal berwarna abu-abu gelap hingga kehitaman, bertekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas dan piroksen. Massa dasar berbutir halus hingga gelas. Batuan ini umumnya mengalami alterasi propilitik yang ditandai oleh kehadiran klorit dan epidot menggantikan mineral mafik.

c. Diorit

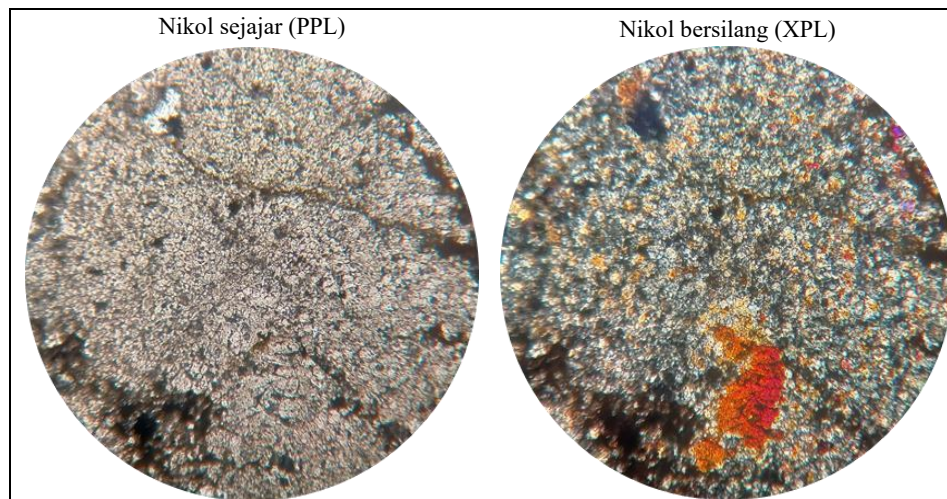
Diorit merupakan batuan intrusi berwarna abu-abu terang hingga kehijauan, bertekstur faneritik kasar dengan komposisi mineral utama plagioklas, hornblenda, dan biotit. Batuan ini memotong batuan vulkanik dan mengalami alterasi potasik hingga argilik di zona-zona tertentu.

Alterasi Hidrotermal

Alterasi hidrotermal di daerah penelitian berkembang dengan intensitas dan tipe yang bervariasi, mencerminkan kondisi fisiko-kimia fluida hidrotermal yang berbeda. Berdasarkan asosiasi mineral alterasi, tipe alterasi yang teridentifikasi meliputi:

a. Alterasi Argilik

Alterasi argilik dicirikan oleh kehadiran mineral lempung (kaolinit, illit, dan smektit) yang menggantikan feldspar dan mineral mafik [11]. Zona alterasi argilik berwarna putih kekuningan hingga krem, dengan tekstur lunak dan mudah hancur. Mineral penyerta meliputi kuarsa, pirit, dan sisa-sisa plagioklas yang terubah. Alterasi argilik berkembang luas di bagian permukaan dan zona-zona dengan intensitas alterasi sedang.

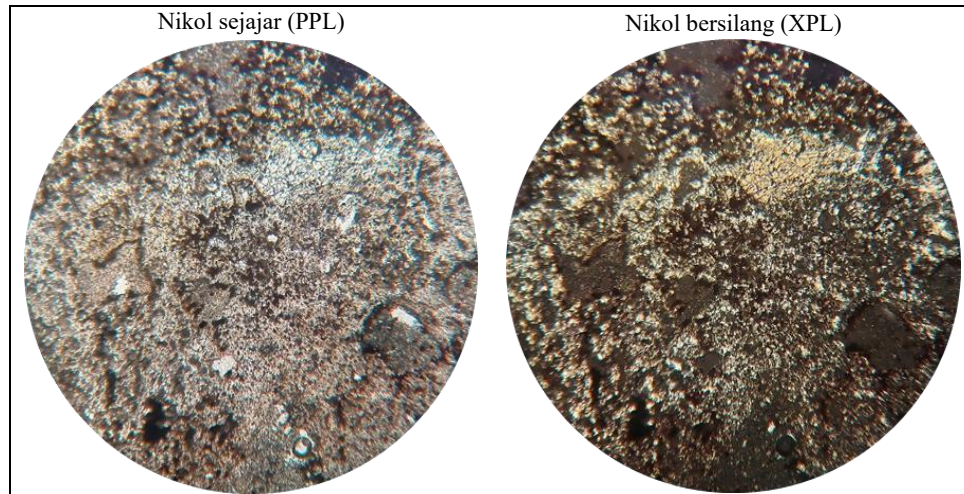


GAMBAR 3. Analisis petrografi sampel batuan 1 dan 2 menggunakan PPL dan CPL.

Analisis petrografi yang digunakan adalah *Plane Polarized Light* (PPL) dan *Cross Polarizes Light* dengan tujuan untuk mengamati sifat optik mineral yang berbeda (Gambar 3). Analisis tersebut menunjukkan bahwa plagioklas telah berubah menjadi mineral lempung dengan tingkat penggantian 40-70%. Biotit dan hornblenda juga mengalami perubahan menjadi mineral lempung dan oksida besi. Tekstur pseudomorf masih dapat dikenali pada sampel batuan.

b. Alterasi Argilik Lanjut

Alterasi argilik lanjut merupakan tipe alterasi yang paling intensif, dicirikan oleh kehadiran mineral-mineral seperti alunit, kaolinit, dicit, dan kuarsa [12]. Zona alterasi ini berwarna putih hingga abu-abu terang, sangat lunak, dan mudah hancur. Alterasi argilik lanjut terbentuk pada kondisi pH rendah (asam) dan suhu relatif rendah (150-250°C).

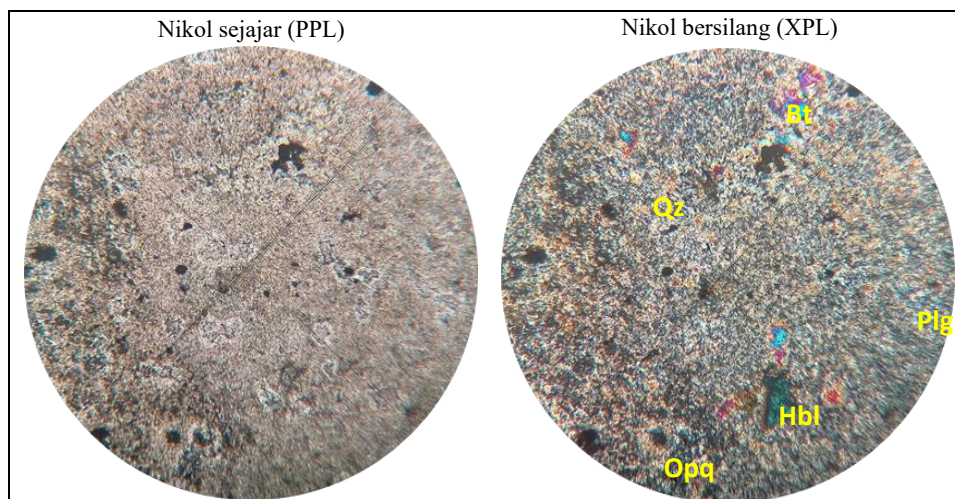


GAMBAR 4. Analisis petrografi sampel batuan 3 dan 4 menggunakan PPL dan CPL.

Pada analisis petrografi (gambar 4), batuan telah mengalami penggantian hampir total (>80%) oleh mineral-mineral alterasi. Tekstur batuan asal sulit dikenali. Mineral primer seperti plagioklas dan mineral mafik telah sepenuhnya berubah menjadi mineral lempung dan kuarsa. Kehadiran pirit halus tersebar menunjukkan kondisi lingkungan yang reduktif.

c. Alterasi Silisifikasi

Alterasi silisifikasi dicirikan oleh penambahan silika (SiO_2) yang intensif, membentuk urat-urat kuarsa dan silika masif. Batuan yang mengalami silisifikasi berwarna putih hingga abu-abu, sangat keras, dan kompak. Silisifikasi berkembang terutama di zona-zona struktur seperti rekahan dan sesar.



GAMBAR 5. Analisis petrografi sampel batuan 5 dan 6 menggunakan PPL dan CPL.

Analisis petrografi pada gambar 5 menunjukkan kehadiran kuarsa sekunder yang mengisi rongga-rongga dan menggantikan mineral primer. Tekstur kuarsa bervariasi dari anhedral hingga euhedral, dengan ukuran butir halus hingga sedang. Pada beberapa sampel, kuarsa membentuk tekstur *mosaic* dan *comb structure* yang khas untuk pengisian urat hidrotermal.

d. Alterasi Potasik

Alterasi potasik dicirikan oleh kehadiran K-feldspar (ortoklas) dan biotit sekunder yang terbentuk akibat penggantian plagioklas dan mineral mafik primer. Secara megaskopis, zona alterasi potasik menunjukkan warna merah muda hingga kemerahan dengan tekstur batuan yang relatif masih terawetkan. Alterasi potasik umumnya terbentuk pada kondisi temperatur tinggi, yaitu sekitar 300–600°C, dan merupakan salah satu tipe alterasi yang berkembang pada sistem hidrotermal.

Berdasarkan hasil analisis petrografi, plagioklas mengalami alterasi menjadi K-feldspar dengan tingkat penggantian berkisar antara 20–50%. K-feldspar hadir sebagai kristal anhedral hingga subhedral yang menggantikan sebagian mineral primer. Biotit sekunder dijumpai sebagai mineral hasil alterasi yang menggantikan hornblenda dan biotit primer. Mineral penyerta yang teridentifikasi meliputi magnetit, kuarsa, dan pirit dalam jumlah relatif sedikit. Kehadiran mineral-mineral tersebut menunjukkan perkembangan alterasi potasik yang cukup baik pada batuan di daerah penelitian.

Mineralisasi

Mineralisasi di daerah penelitian berasosiasi dengan zona-zona alterasi hidrotermal, terutama pada zona silisifikasi dan argilik. Mineral bijih yang teridentifikasi melalui analisis megaskopis dan petrografi meliputi:

a. Pirit (FeS_2)

Pirit merupakan mineral sulfida yang paling umum dijumpai di daerah penelitian. Mineral ini hadir dalam berbagai bentuk, mulai dari kristal euhedral berbentuk kubus hingga anhedral tersebar dalam massa batuan. Warna kuning keemasan dengan kilap logam. Pirit berasosiasi dengan semua tipe alterasi, terutama pada zona argilik dan silisifikasi.

Pada analisis petrografi, pirit hadir sebagai mineral opak dengan bentuk kubik hingga piritohedral. Ukuran kristal bervariasi dari halus ($<0,1$ mm) hingga kasar (>2 mm). Pirit halus tersebar (disseminated) dalam massa batuan, sedangkan pirit kasar umumnya hadir dalam urat-urat kuarsa.

b. Kalkopirit (CuFeS_2)

Kalkopirit teridentifikasi pada beberapa sampel, terutama yang berasosiasi dengan urat kuarsa. Mineral ini berwarna kuning keemasan dengan kilap logam, sedikit lebih lunak dibanding pirit. Kalkopirit umumnya hadir sebagai mineral pengisi rongga dalam urat kuarsa atau sebagai inklusi dalam pirit.

c. Sflerit (ZnS)

Sflerit dijumpai dalam jumlah terbatas, berasosiasi dengan urat kuarsa-sulfida. Mineral ini berwarna coklat hingga kehitaman dengan kilap resinous hingga sublogam. Sflerit umumnya hadir bersama dengan galena dan kalkopirit dalam paragenesa yang sama.

d. Galena (PbS)

Galena teridentifikasi pada beberapa sampel urat kuarsa, berwarna abu-abu timbal dengan kilap logam yang kuat. Mineral ini memiliki belahan kubik yang sempurna dan relatif lunak. Galena berasosiasi dengan sflerit dan kalkopirit, menunjukkan mineralisasi logam dasar (base metal).

Paragenesa Mineral

Berdasarkan hubungan tekstur, mineral alterasi, dan asosiasi mineral bijih yang teramati pada sayatan tipis maupun pengamatan lapangan, urutan pembentukan mineral (paragenesa) di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi empat tahap utama, yaitu:

- Tahap I (Alterasi Potasik) merupakan tahap awal yang dicirikan oleh pembentukan K-feldspar dan biotit sekunder sebagai hasil alterasi mineral primer. Tahap ini berlangsung pada kondisi temperatur tinggi, berkisar antara 300–600°C, dan umumnya berkembang pada bagian sistem hidrotermal yang relatif lebih dalam.
- Tahap II (Silisifikasi dan Mineralisasi Utama) ditandai oleh pembentukan urat kuarsa yang disertai dengan pengendapan mineral sulfida, seperti pirit, kalkopirit, sflerit, dan

- galena. Kehadiran mineral-mineral tersebut menunjukkan berlangsungnya proses mineralisasi utama pada temperatur sedang hingga tinggi, yaitu sekitar 200–400°C.
- c. Tahap III (Alterasi Argilik) dicirikan oleh pembentukan mineral lempung akibat penggantian feldspar dan sebagian mineral mafik. Alterasi ini berkembang pada kondisi temperatur yang lebih rendah dibandingkan tahap sebelumnya, yaitu sekitar 150–300°C, sebagai respons terhadap interaksi batuan dengan fluida hidrotermal yang semakin mengalami pendinginan.
 - d. Tahap IV (Alterasi Argilik Lanjut) merupakan tahap akhir dalam evolusi sistem hidrotermal yang ditandai oleh pembentukan mineral kaolinit dan alunit. Alterasi ini berkembang pada kondisi fluida yang lebih asam (low pH) dengan temperatur relatif rendah, berkisar antara 150–250°C. Kehadiran mineral-mineral tersebut menunjukkan tahap akhir aktivitas hidrotermal yang menyebabkan alterasi intensif pada batuan sampling.

Tipe Endapan Hidrotermal

Berdasarkan karakteristik alterasi, mineralisasi, dan paragenesa mineral, tipe endapan hidrotermal di daerah penelitian dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Endapan Tipe Epitermal

Kehadiran alterasi argilik lanjut, silisifikasi intensif, dan mineralisasi sulfida pada zona dangkal menunjukkan karakteristik endapan epitermal. Endapan epitermal terbentuk pada kedalaman < 1.500 meter dengan suhu relatif rendah (150–300°C). Asosiasi mineral alterasi (kaolinit, alunit, kuarsa) dan mineral bijih (pirit, kalkopirit, sfalerit, galena) konsisten dengan model endapan epitermal sulfidasi rendah hingga menengah.

Tekstur urat kuarsa yang menunjukkan comb structure, crustiform banding, dan colloform texture merupakan indikator kuat pembentukan pada lingkungan epitermal [13]. Kehadiran mineral lempung yang intensif dan alterasi argilik lanjut juga mendukung interpretasi ini.

b. Endapan Tipe Hipotermal

Kehadiran alterasi potasik dengan K-feldspar dan biotit sekunder, serta asosiasi dengan batuan intrusi diorit, menunjukkan adanya komponen hipotermal dalam sistem hidrotermal di daerah penelitian. Endapan hipotermal terbentuk pada kedalaman > 1.500 meter dengan suhu tinggi (300–600°C). Alterasi potasik yang berkembang di zona dalam merupakan karakteristik khas endapan hipotermal atau porfiri [14]. Namun, intensitas alterasi potasik yang relatif terbatas dan tidak adanya stockwork yang khas menunjukkan bahwa komponen hipotermal bukan merupakan tipe dominan di daerah penelitian.

KESIMPULAN

Litologi daerah penelitian didominasi oleh batuan vulkanik (andesit dan andesit basal) dan batuan intrusi (diorit) yang telah mengalami alterasi hidrotermal dengan intensitas bervariasi. Tipe alterasi hidrotermal yang berkembang meliputi alterasi argilik, argilik lanjut, silisifikasi, dan potasik. Alterasi argilik dan silisifikasi merupakan tipe dominan di zona dangkal, sedangkan alterasi potasik berkembang di zona lebih dalam. Berdasarkan distribusi vertikal tipe alterasi dan mineralisasi, sistem hidrotermal di daerah penelitian diinterpretasikan sebagai sistem epitermal yang berkembang di atas zona hipotermal yang lebih dalam. Alterasi potasik di zona dalam merepresentasikan akar sistem (root zone), sedangkan alterasi argilik dan silisifikasi di zona dangkal merepresentasikan zona epitermal. Mineral bijih yang teridentifikasi meliputi pirit, kalkopirit, sfalerit, dan galena yang berasosiasi dengan urat kuarsa dan zona alterasi. Mineralisasi berkembang terutama pada zona silisifikasi dan struktur-struktur sekunder. Tipe endapan hidrotermal di daerah penelitian diklasifikasikan sebagai endapan epitermal yang berkembang di atas zona hipotermal. Sistem hidrotermal berasosiasi dengan intrusi magmatik dan dikontrol oleh struktur geologi. Potensi mineralisasi di daerah penelitian cukup prospektif untuk eksplorasi lebih lanjut, terutama pada zona-zona dengan silisifikasi intensif dan struktur yang berkembang baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami tim peneliti D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan praktisi dan alumni kami yang bekerja di Pulau Sumbawa yang turut serta dalam membantu penelitian ini. Kami ucapkan juga terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Mataram serta mahasiswa D3 Teknik Pertambangan (Maritsha Safa Felisa, Muhammad Wahyudi, dan Sultan Hadinata) serta Laboran kami Uraihan Azhari, A.Md.T. yang telah membantu dalam pembuatan proses sayatan tipis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. S. Rini and Y. Setiawan, "Analisa Back Arc Thrust di sekitar Sumbawa dan Flores berdasarkan seismisitas, mekanisme bidang sesar, dan anomali gravitasi (Analysis of Back Arc Thrust Around Sumbawa and Flores Based on Seismicity, Fault Plane Mechanism, and Gravity Anomalies)," 2010.
- [2] A. A. Ali, "Relokasi Hiposenter Gempabumi Daerah Lombok dan Sekitarnya Menggunakan Metode Double Difference," Ph.D. dissertation, Teknik Geofisika, 2021.
- [3] A. A. Nasaruddin, "Hubungan Zona Alterasi dan Zona Oksidasi terhadap Kadar Emas pada PT. Bumi Suksesindo, Daerah Tujuh Bukit, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur," Ph.D. dissertation, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2024.
- [4] R. Umar, Y. I. Arifin, and S. Marina, "Geomorfologi Daerah Tanjung Keramat dan Sekitarnya, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo," Jurnal Riset dan Pengabdian Interdisipliner, vol. 2, no. 4, pp. 842–853, 2025.
- [5] T. Sulistyowati, D. S. Agustawijaya, I. H. Muchtaranda, M. Muhajirah, and A. F. N. Sarjan, "Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Pulau Lombok Berdasarkan Sistem Informasi Geografis," Spektrum Sipil, vol. 11, no. 1, pp. 49–59, 2024.
- [6] B. Geologi, "Fenomena Alam Unik di Dunia: Suatu Tinjauan Geologi Komprehensif."
- [7] I. Darmawan, D. I. Fahlevi, M. F. Yassar, and F. A. Pramudya, "Identifikasi Zona Reservoir Panas Bumi Berdasarkan Analisis Fault Fracture Density Citra Digital Elevation Model ALOS PALSAR di Gunung Rajabasa," Buletin Sumber Daya Geologi, vol. 16, no. 2, pp. 119–131, 2021.
- [8] D. N. Usman, N. Sulaksana, F. Hirnawan, and I. Haryanto, "Pola Deformasi Mineralisasi Emas Sulfida Rendah di Zona Neo-Tektonik Selat Sunda," PROMINE, vol. 6, no. 1, pp. 12–18, 2018.
- [9] T. F. Samuels and A. Idrus, "Geologi, Karakteristik Alterasi Hidrotermal dan Mineralisasi Bijih pada Pit Purnama Martabe, Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara," PROMINE, vol. 9, no. 1, pp. 37–44, 2021.
- [10] C. D. Dana, A. Idrus, F. Yuniardi, I. A. Meak, and R. Langkoke, "Mineralogi dan Tekstur Endapan Emas Epitermal Sulfidasi Rendah-Menengah Daerah Cibeber, Kompleks Kubah Bayah, Provinsi Banten," Metode, vol. 5, p. 6, 2018.
- [11] D. D. D. Wombo, "Alterasi dan Mineralisasi Bijih pada Batuan," JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi), vol. 7, no. 2, pp. 138–149, 2021.
- [12] A. Z. Zakaria, R. A. Hidayah, and S. Arif, "Karakteristik Alterasi-Mineralisasi Endapan Epitermal Sulfidasi Tinggi Daerah Karanggandu dan Sekitarnya, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek," in Prosiding SNAST, 2024, pp. B71–B80.
- [13] S. Abdullah, A. Idrus, N. Nurkhamim, and R. B. Ardaraja, "Hubungan Tekstur Urat Kuarsa dan Kimia Bijih Endapan Emas Epitermal di Daerah Mekarbakti,

- Kecamatan Bungbulang, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat,” Jurnal Ilmiah Geologi PANGAEA, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [14] R. A. Setiyawan and O. Verdiansyah, “Mineralogi Batuan Alterasi Hidrotermal Daerah Kaligono, Kecamatan Kaligesing, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah,” in Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, vol. 13, pp. 471–478, 2021.