



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 20, No.2
Agustus 2022

STUDI ZONA ALTERASI DAERAH HU'U DAN SEKITARNYA MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL SPECTRAL DEVICES (ASD)

Anastasia Iva A¹, Euis Tintin Yuningsih¹, Aton Patonah¹, Nurhadi Wibowo²

¹Faculty of Geology, Padjadjaran University

²PT. Sumbawa Timur Mining

Corresponding author: anastasia18001@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

The Sumbawa area has quite complex geological conditions and research studies are still limited, especially on the process of hydrothermal alteration and mineralization of porphyry deposits with a wide distribution pattern and the discovery of high sulfidation epithermal deposits overprinting. The research area is in the mining concession of PT. East Sumbawa Mining which is geographically located in Hu'u District, Dompu Regency, West Nusa Tenggara. This has become our interest in conducting further research on the characteristics of alteration in the Hu'u area and its surroundings using the analytical spectral devices (ASD) method. The ASD spectrometry method was used to identify alteration minerals in the study area based on the interaction between matter and electromagnetic radiation. In relation to the microscopic identification of secondary minerals, spectral analysis was carried out on 8 observation boreholes. Based on secondary mineral assemblage, pH, and temperature hydrothermal alteration zone of the study area is divided into six assemblages of alteration minerals in a row with increasing pH and decreasing temperature based on the correlation results of 8 drill holes, namely the silicification zone, the pyrophyllite±dickite±alunite±kaolinite alteration zone, the alunite-kaolinite alteration zone, the sericite±kaolinite±dickite±pyrophyllite alteration zone, the kaolinite±montmorillonite alteration zone, the montmorillonite±kaolinite alteration zone, and montmorillonite-epidote±chlorite alteration zone. Each alteration zone is found in different lithology which can be presented in the form of alteration cross-section.

Keyword: Hydrothermal alteration, analytical spectral devices, high sulfidation epithermal deposit, porphyry deposits, Sumbawa Mining.

ABSTRAK

Daerah Sumbawa memiliki kondisi geologi yang cukup kompleks dan studi penelitian yang masih terbatas, terutama pada proses alterasi hidrotermal dan mineralisasi endapan porfiri dengan pola sebaran ubahan yang luas serta ditemukannya overprinting dengan endapan epitermal sulfidasi tinggi. Daerah penelitian berada di konsensi pertambangan PT. Sumbawa Timur Mining yang secara geografis terletak di Kecamatan Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. Hal ini menjadi ketertarikan kami dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik alterasi pada daerah Hu'u dan sekitarnya dengan menggunakan metode analytical spectral devices (ASD). Metode spektrometri ASD digunakan dalam mengidentifikasi mineral alterasi pada daerah penelitian yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi dari elektromagnetik. Dalam kaitannya dengan identifikasi mineral sekunder secara mikroskopis, dilakukan analisis spektral pada 8 lubang bor pengamatan. Berdasarkan himpunan mineral ubahan, pH dan temperatur terdapat zona- zona alterasi di daerah penelitian yang terbagi ke dalam enam himpunan mineral alterasi berturut-turut seiring bertambahnya pH dan berkurangnya temperatur berdasarkan hasil korelasi 8 lubang bor, yaitu zona silisifikasi, zona alterasi pirofilit±dikit±alunit ±kaolinit, zona alterasi alunit-kaolinit, zona alterasi serisit ±kaolinit± dikit±pirofilit, zona alterasi kaolinit ±montmorilonit, zona alterasi montmorilonit ±kaolinit, dan zona alterasi montmorilonit-epidot ±klorit±hornblend. Setiap zona alterasi terdapat pada litologi yang berbeda-beda yang dapat disajikan dalam bentuk penampang alterasi.

Kata Kunci: Alterasi hidrotermal, spektrometri ASD, endapan epitermal sufida tinggi, endapan porfiri, Sumbawa Mining

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah Sumbawa memiliki kondisi geologi yang cukup kompleks yang menghasilkan potensi sumber daya mineral yang bersifat ekonomis dan berpotensi sebagai tempat kedudukan mineralisasi. Busur Sunda bagian timur mulai menunjukkan eksistensinya sebagai penghasil mineral ekonomis *World Class Deposit* (Maryono, 2014). Pulau Sumbawa telah memiliki tiga wilayah

prospek penghasil mineral ekonomis berstandar *World Class Deposit*. Sumbawa merupakan daerah dengan potensi mineral logam yang prospek. Terdapat Tiga wilayah prospek tersebut

adalah Batu Hijau (Sumbawa Barat), Elang (Sumbawa) yang dimiliki oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara dan Hu'u (Dompu) yang dimiliki oleh PT. Sumbawa Timur Mining (Laporan Tahunan ESDM NTB, 2019). Dari hasil kegiatan eksplorasi yang dilakukan oleh PT. Sumbawa Timur Mining ditemukan indikasi mineralisasi berupa emas (Au), dan tembaga (Cu) di wilayah Kecamatan Hu'u dan hasil penelitian lain mengidentifikasi adanya prospek mineralisasi logam berupa mangan (mn), dan timah hitam (Pb) di wilayah Desa Lepadi. (Herman, 2008).

Beberapa penelitian terkait alterasi mineral cukup melimpah sebagai contohnya penelitian yang dilakukan oleh Febriansyah, dkk pada tahun 2014 pada daerah Onto dan sekitarnya, Kecamatan Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat.

Tipe alterasi potasik umumnya berasosiasi dengan mineral alkali feldspar, biotit dan sedikit serisit. Tipe alterasi filik umumnya berasosiasi dengan kuarsa, serisit, klorit dan pirit. Tipe alterasi argilik umumnya berasosiasi dengan kalsit, pirit, dan mineral lempung berupa ilit, smektit, kaolin, dan montmorilonit. Tipe propilitik umumnya berasosiasi dengan mineral klorit-kalsit-epidot, lempung dan pirit. Keempat tipe alterasi tersebut diklasifikasikan sebagai penciri endapan porfiri (Lowel & Guilbert, 1970).

Sementara itu tipe alterasi argilik dan silisik umumnya berasosiasi dengan mineral pirofilit, diorit, diaspor, dan topaz. Alterasi ini menjadi penciri pada endapan epitermal sulfidasi tinggi, yang mengikuti sistem magmatik hidrotermal. Alterasi ini hipogen ini dapat membentuk *lithocap* yang *barren*, atau sebagai bagian dari sistem mineralisasi sistem sulfidasi tinggi. (Maryono et al., 2018).

Potensi alterasi mineral di konsensi pertambangan PT Sumbawa timur Mining yang secara geografis terletak di Kecamatan

Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat, ditemukan berupa endapan porfiri dengan pola sebaran ubahan yang luas dan di-overprint oleh endapan epitermal sulfida tinggi.

Dalam eksplorasi sumber daya mineral, alterasi hidrotermal merupakan kajian penting karena alterasi dapat menjadi penciri adanya sebuah sistem hidrotermal yang dapat menghasilkan mineral bijih bernilai ekonomis. Alterasi

hidrotermal dapat dikaji melalui himpunan mineralogi yang dapat mencerminkan kondisi saat proses alterasi terjadi. Mineral lempung menjadi alat yang dapat digunakan dalam studi alterasi, salah satunya untuk mengidentifikasi karakteristik fasies alterasi hidrotermal yang mempengaruhi volume batuan induk yang dilalui oleh fluida hidrotermal (Kusniadi, 2017).

Mineral lempung berperan dalam mengekstrapolasi parameter penting yang mempengaruhi proses interaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan yang dilalui, seperti temperatur dan pH lingkungan pembentukan hidrotermal (Fulginiti, 2020).

Penelitian terkait alterasi mineral daerah Sori-hiu, Kecamatan Hu'u Kabupaten Dompu (Gambar 1) masih sangatlah terbatas. Data yang dimiliki diantaranya data ASD, dan Assay. Oleh karena itu, penelitian alterasi mineral berdasarkan metode spektrometri ASD akan sangat membantu dalam mengidentifikasi mineral alterasi.

Metode ini dipilih para ahli geologi dalam eksplorasi sumber daya mineral karena dapat menganalisis mineral dan spektrometer mineral dengan cepat dan akurat. (Kusniadi, 2017)

Teori Dasar

Alterasi adalah perubahan mineralogi batuan, dalam hal ini mineral-mineral yang lama berubah menjadi mineral yang baru. Zonasi alterasi hidrotermal sangat penting bagi penentuan zona prospek endapan bijih, karenanya alterasi dan mineralisasi bijih merupakan dua hal penting dan saling berkaitan. Suatu tipe endapan bijih memiliki karakteristik zonasi himpunan mineral alterasi tertentu yang khas, sehingga alterasi sangat penting sebagai aspek penunjuk di dalam suatu eksplorasi endapan mineral bijih. (Yuniarto & Syafri, 2009).

Alterasi yang berkaitan dengan hidrotermal umumnya dicirikan oleh komposisi mineral dari suatu batuan akibat dari adanya interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan sampling (*wall rock*) dimana fluida

tersebut bersirkulasi dan terjadi dalam kondisi fisika-kimia tertentu (Pirajno, 1992).

Banyak faktor yang mempengaruhi alterasi mineral pada sistem hidrotermal. Browne (1978) dalam Corbett & Leach (1997) mengelompokkannya menjadi tujuh faktor utama, yaitu: 1. Temperatur 2. Komposisi kimia fluida 3. Konsentrasi 4. Komposisi host rock 5. Reaksi kinetik 6. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan 7. Permeabilitas. Variable pengontrol ini akan menghasilkan kelompok mineral ubahan tertentu sesuai dengan kondisi fisik dan kimia keterbentukannya.

Dalam eksplorasi sumber daya mineral, alterasi hidrotermal merupakan kajian yang penting karena alterasi dapat menjadi penciri adanya sebuah sistem hidrotermal yang dapat menghasilkan mineral bijih ekonomis. Alterasi hidrotermal dapat dikaji melalui himpunan mineraloginya yang dapat mencerminkan kondisi saat proses alterasi terjadi. Dikenal terdapat enam zonasi yang membagi himpunan mineralogi alterasi tersebut berdasarkan kondisi pH dan temperatur. Enam zona tersebut, antara lain: argilik lanjut, argilik, filik, propilitik, potasik, dan skarn (Corbett dan Leach, 1997).

1. Tipe Argilik

Tipe argilik terbentuk pada suhu rendah ($>200^{\circ}\text{C}$ - 250°C) dan pada pH asam hingga netral. Alterasi ini dikarakteristikan dengan kehadiran mineral lempung yaitu smektit, montmorilonit, illit-smektit, dan kaolinit.

2. Tipe Argilik Lanjut

Tipe argilik lanjut terbentuk pada pH dengan kehancuran sempurna fase feldspar dan silika mafik. Dicirikan oleh kehadiran mineral dikit, kaolinit, pirofilit, barit, alunit, dan diasfor, sebagai tambahan mineral sulfida (kovelit, digenit, dan enargit), topaz, turmalin, dan beberapa mineral lempung amorf.

3. Tipe Filik

Tipe filik terbentuk pada rentang pH yang hampir sama dengan alterasi argilik namun dengan suhu yang lebih tinggi ($>200^{\circ}\text{C}$ - 250°C), dicirikan dengan kehadiran mineral serisit (atau muskovit) dengan himpunan mineral kuarsa-serisitpirit. Mineral ini juga berasosiasi dengan K-feldspar, kaolinit, kalsit, biotit, rutil, anhidrit, dan apatit.

4. Tipe Propilitik

Tipe propilitik terbentuk pada kondisi pH mendekati netral hingga basa, dicirikan dengan kehadiran mineral klorit dan epidot (Meyer dan Hemley, 1967 dalam Corbett dan Leach, 1997) pada suhu relatif rendah (280°C - 300°C) dapat

menjadi penciri zona alterasi propilitik dalam. Albit sekunder dan atau K-feldspar umumnya muncul pada himpunan alterasi propilitik.

5. Tipe Potasik

Tipe potasik merupakan alterasi yang terbentuk pada suhu tinggi, dicirikan oleh kehadiran mineral K-feldspar dan biotit. Alterasi potasik biasanya disertai oleh kehadiran mineral sulfida seperti kalkopirit, pirit, dan molibdenit. Alterasi kalium silika terbentuk menggantikan plagioklas dan mineral silika mafik pada suhu sekitar 450°C - 600°C . Himpunan mineral yang umum yaitu K-feldspar-biotit-kuarsa, K-feldspar-klorit, K-feldspar-biotitmagnetit, disertai kehadiran mineral seperti albit, serisit, anhidrit, apatit, dan terkadang rutil.

6. Skarn

Merupakan zona yang berada di dekat kontak antara intrusi larutan hidrotermal dengan litologi gampingan. Terbentuk pada temperatur 300°C - 700°C . Mineral penciri adalah garnet, klinopiroksen, vesuvianit, skapolit, epidot, amfibol, magnetit, dan kalsit.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah batuan yang telah mengalami ubahan dan termineralisasi dari data permukaan dan data bawah permukaan. Data utama dari permukaan meliputi data litologi baik yang segar maupun terubah, juga pengukuran kekar dan sesar. Data bawah permukaan meliputi sampel batuan inti (*core*), data mineral lempung dan data koordinat bor (*collar*). Adapun bahan penelitian berupa data singkapan, mineral ubahan, dan data pengukuran struktur geologi yang diperoleh dari pemetaan di permukaan.

Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian, terdapat beberapa tahapan penelitian dimulai dari tahap pendahuluan (studi pustaka), tahap pengumpulan data, tahap analisis laboratorium, tahap pengolahan data, tahap pembuatan peta, dan pembuatan laporan.

Tahap Pendahuluan,

Pada tahap ini dilakukan beberapa persiapan guna memperoleh informasi dan gambaran mengenai geologi regional, yaitu studi literatur mengenai daerah penelitian yang didasarkan pada penelitian terdahulu. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber sebagai referensi untuk mengetahui lebih lanjut mengenai kondisi geologi daerah penelitian.

Tahap Pengumpulan Data,

Pada tahap ini, data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang mendukung penelitian ini diantaranya, sampel batuan segar permukaan, dan sampel batuan inti (*core*) yang akan diolah menjadi sayatan tipis dan sayatan poles. Data sekunder yang mendukung penelitian ini diantaranya, peta geologi regional lembar Sumbawa, Nusa Tenggara (Sudrajat, dkk., 1998), data lapangan (koordinat kavling, data litologi dan struktur), data foto batuan inti 8 lubang bor, data alterasi hasil analisis ASD, dan koordinat bor (*collar*).

Tahap Analisis Laboratorium,

Metode penelitian yang digunakan di laboratorium adalah metode *analytical spectral device*. Analisis ASD dilakukan di PT. Sumbawa Timur Mining, untuk mengetahui jenis – jenis mineral ubahan seperti mineral lempung, mineral klorit, dan mineral oksida pada sampel batuan secara cepat dan praktis. Alat yang digunakan pada analisis ini adalah spektrometer yang berfungsi dalam mengidentifikasi mineral dengan panjang gelombang dari cahaya tampak hingga inframerah pada sampel data bor.

Analisis dilakukan dengan menembakkan sinar infra merah pada batuan yang telah dikeringkan sebelumnya. Pola ini dipengaruhi oleh komposisi, orientasi, dan derajat kristalisasi dari mineral. Spektrum khusus dari masing-masing mineral akan mempermudah eksplorasi dalam menaksir komposisi dari kumpulan mineral. Untuk membedakan spektrum pada material geologi, interval panjang gelombang yang paling sering digunakan adalah *visible and near-infrared (VNIR)*, *short-wavelength infrared (SWIR)*, dan *thermal infrared (TIR)*. Hasil penyinaran yang muncul berupa hasil anjangan gelombang untuk kemudian dicocokkan grafiknya dengan anjangan gelombang referensi.

Hal-hal yang diperhatikan dalam mengidentifikasi mineral-mineral hasil penyinaran sinar inframerah dengan perangkat *TerraSpec*, diantaranya:

1. Bentuk dan tingkat intensitas spektral,
 2. intensitas reflektansinya, dan
 3. posisi anjangan gelombang
- Gambar 2 memperlihatkan salah satu bentuk dan tingkat intensitas spektral pada tipe alterasi *advance argilik* pada tipe endapan.

Tahap Pengolahan Data

Pengumpulan dan pemilahan data sekunder yang telah diberikan oleh perusahaan melalui tahapan- sebagai berikut:

1. Pengolahan data *digital elevation model (DEM)*, untuk mengetahui dominansi arah kelurusan daerah penelitian.
2. Deskripsi litologi permukaan dan bawah permukaan, melalui core photo pada setiap lubang bor dan beberapa sampel batuan inti, selanjutnya membuat zonasi satuan litologi.
3. Mengelompokkan himpunan mineral alterasi berdasarkan data ASD pada setiap lubang bor, selanjutnya membuat korelasi himpunan mineral alterasi antar lubang bor menggunakan *software micromine v. 2021.21.5* dan *coreldraw v.2021*
4. Melakukan analisis dan interpretasi terkait zona alterasi dan satuan litologi pada daerah penelitian

Tahap Pembuatan Peta

Tahap pembuatan peta dilakukan dengan membuat peta tematik merepresentasikan daerah penelitian. Peta yang dibuat pada penelitian ini terbagi menjadi peta kerangka alterasi, peta zonasi alterasi, dan penampang alterasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alterasi Daerah Penelitian

Alterasi hidrotermal dikontrol oleh karakteristik litologi, struktur geologi, dan karakteristik fluida yang diidentifikasi melalui kehadiran mineral sekunder yang dapat mempengaruhi seluruh litologi yang ada di daerah penelitian dengan intensitas alterasi yang berbeda-beda. Alterasi hidrotermal diidentifikasi dengan hadirnya mineral sekunder yang dianalisa secara makroskopis, mikroskopis, dan analisis spektral untuk menganalisis spektrum mineral dengan melihat pola dan panjang gelombang yang teridentifikasi yang menunjukkan ciri khusus dari mineral yang mana pola ini dipengaruhi oleh komposisi, orientasi, dan derajat kristalisasi dari mineral. Pengambilan data analisis spektral dilakukan oleh perusahaan pada 8 lubang bor pengamatan.

Berdasarkan analisis tersebut didukung dengan data pH dan temperatur, didapatkan himpunan mineral alterasi sebagai berikut:

1. Himpunan mineral silika
2. Himpunan mineral alunite-kaolinit
3. Himpunan mineral diorit-kaolinit ±montmorilonit
4. Himpunan mineral montmorilonit ±kaolinit

5. Himpunan mineral montmorilonit-epidot $\pm$ klorit

Adapun setelah dibuat korelasi antar lubang bor, zona alterasi hidrotermal daerah penelitian terbagi kedalam tujuh himpunan mineral alterasi berturut-turut seiring bertambahnya pH dan berkurangnya temperatur yaitu:

1. Zona alterasi silisifikasi
2. Zona alterasi pirofilit $\pm$ dikit $\pm$ alunit $\pm$ kaolinit
3. Zona alterasi alunit-kaolinit
4. Zona alterasi serisit $\pm$ kaolinit $\pm$ dikit $\pm$ pirofilit
5. Zona alterasi dikit-kaolinit $\pm$ montmorilonit
6. Zona alterasi montmorilonit $\pm$ kaolinit
7. Zona alterasi montmorilonit-epidot $\pm$ klorit

Sebaran zona alterasi pada permukaan dapat dilihat pada peta kerangka (Gambar 3) dan sebaran zona alterasi dibawah permukaan dapat dilihat pada peta alterasi (Gambar 4).

1. Zona Alterasi Silisifikasi

Zona alterasi silisifikasi tersebar di permukaan pada bagian timur laut- timur daerah penelitian. Zona ini melingkupi 10,82% dari total luas daerah penelitian, serta terdapat pada batuan tuf, breksi vulkanik, lava andesit, dan diorit.

Hasil *analytical spectral device* (ASD) (Tabel 4.2), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 2 lubang bor, yaitu VHD030A, dan VHD032. Mineral kuarsa hadir paling dominan pada zona ini. Sebaran zona alterasi silisifikasi pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 4.5

Zona alterasi ini terbentuk pada suhu $<100^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi silisifikasi dengan kondisi pH fluida relatif asam (pH <2). (Gambar 6).

2. Zona Alterasi Pirofilit $\pm$ Dikit $\pm$ Alunit $\pm$ Kaolinit

Zona alterasi pirofilit $\pm$ dikit $\pm$ alunit $\pm$ kaolinit tidak tersingkap di permukaan, namun ditemukan secara vertikal pada penampang bawah permukaan dan terdapat pada batuan diorit.

Hasil *analytical spectral device* (ASD) (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 8 lubang bor, yaitu VHD012, VHD015A, VHD020, VHD024, VHD027, VHD030A, VHD032, dan VHD033. Mineral pirofilit hadir dominan pada zona ini, berasosiasi dengan mineral dikit, kaolinit, dan alunit. Pada beberapa kedalaman mineral pirofilit hadir berasosiasi dengan

mineral diaspor yang pada umumnya mencirikan temperatur pembentukan yang relatif tinggi. Mineral dikit hadir berasosiasi dengan alunit, beberapa hadir berasosiasi dengan mineral topaz yang pada umumnya mencirikan temperatur pembentukan yang relatif tinggi. Pada lubang bor VHD020 hadir sangat sedikit mineral turmalin yang dapat mencirikan temperatur pembentukan yang tinggi. Sebaran zona alterasi pirofilit $\pm$ dikit $\pm$ alunit $\pm$ kaolinit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alterasi pirofilit $\pm$ dikit $\pm$ alunit $\pm$ kaolinit terbentuk pada kisaran temperatur $180^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$ (Tabel 2).

Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi argilik lanjut dengan kondisi pH fluida relatif asam (pH 2- pH3). (Gambar 6).

3. Zona Alterasi Alunit-Kaolinit

Zona alterasi alunit-kaolinit $\pm$ paligorskit tersebar di permukaan pada bagian timur laut- timur daerah penelitian. Zona ini melingkupi 10,82% dari total luas daerah penelitian, serta terdapat pada batuan tuf, breksi vulkanik, lava andesit, dan diorit.

Hasil *analytical spectral device* (ASD) (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 7 lubang bor, yaitu VHD015A, VHD020, VHD024, VHD027, VHD030A, VHD032, dan VHD033. Mineral alunit hadir paling dominan pada zona ini, beberapa berasosiasi dengan kaolinit, paragonit, dan paligorskit. Sebaran zona alterasi alunit-kaolinit $\pm$ paligorskit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alunit-kaolinit $\pm$ paligorskit terbentuk pada kisaran temperatur $10^{\circ}\text{C} - 220^{\circ}\text{C}$. (Tabel 2).

Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi argilik lanjut dengan kondisi pH fluida relatif asam (pH 2- pH3). (Gambar 6).

4. Zona Alterasi Serisit $\pm$ Kaolinit $\pm$ Dikit $\pm$ Pirofilit

Zona alterasi serisit $\pm$ kaolinit $\pm$ dikit $\pm$ pirofilit tersebar di permukaan pada bagian tengah daerah penelitian. Zona ini melingkupi 0,71% dari total luas daerah penelitian, serta terdapat pada batuan tuf, breksi vulkanik, lava andesit, dan diorit.

Hasil *analytical spectral device* (ASD) (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 8 lubang bor, yaitu VHD012,

VHD015A, VHD020, VHD024, VHD027, VHD030A, VHD032, dan VHD033. Mineral lempung yang hadir pada zona ini adalah ilitik paragonit yang berasosiasi dengan mineral montmorillonite, dikit, dan kaolinit. Selain itu hadir mineral paragonit yang berasosiasi dengan mineral dikit, kaolinit, pirofilit, dan gypsum. Mineral ilitik muskovit hadir berasosiasi dengan klorit, ankerite, montmorilonit. Mineral muskovit hadir berasosiasi dengan mineral klorit, siderit, dan gipsum. Sebaran zona alterasi serisit±kaolinit±dikit±pirofilit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alterasi serisit±kaolinit±dikit±pirofilit terbentuk pada kisaran temperatur 150°C – 230°C (Tabel 2).

Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi filik dengan kondisi pH fluida relatif netral (pH 4- pH 6). (Gambar 6).

5. Zona Alterasi Dikit-Kaolinit±Montmorilonit

Zona alterasi dikit-kaolinit± montmorilonit tersebar di permukaan pada bagian tengah dan tenggara daerah penelitian. Zona ini melingkupi 3,23% dari total luas daerah penelitian, terdapat pada tuf.

Hasil *analytical spectral device (ASD)* (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 8 lubang bor, yaitu VHD012, VHD015A, VHD020, VHD024, VHD027, VHD030A, VHD032, dan VHD033. Mineral lempung yang hadir pada zona ini adalah mineral dikit yang berasosiasi dengan mineral kaolinit, montmorilonit, dan beberapa hadir berasosiasi dengan mineral nakrit, dan gypsum. Sebaran zona alterasi dikit-kaolinit± montmorilonit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alterasi dikit-kaolinit±montmorilonit terbentuk pada kisaran temperatur 160°C – 220°C (Tabel 2).

Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi argilik dengan kondisi pH fluida relatif netral (pH 4- pH 6). (Gambar 6).

6. Zona Alterasi Montmorilonit±Kaolinit

Zona alterasi montmorilonit±kaolinit tersebar di permukaan secara merata pada daerah penelitian. Zona ini melingkupi 85,23% dari total luas daerah penelitian,

terdapat pada tuf, diorit, andesit dan breksi vulkanik.

Hasil *analytical spectral device (ASD)* (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 8 lubang bor, yaitu VHD012, VHD015A, VHD020, VHD024, VHD027, VHD030A, VHD032, dan VHD033. Mineral lempung yang hadir pada zona ini adalah mineral montmorilonit, beberapa hadir berasosiasi dengan mineral kaolinit, gipsum, kalsit, siderit, ankerit, magnesit, nontronit, dan paligorskit. Selain itu hadir mineral kaolinit, dan beberapa hadir berasosiasi dengan mineral gipsum dan paligorskit. Sebaran zona alterasi montmorilonit±kaolinit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alterasi montmorilonit±kaolinit terbentuk pada kisaran temperatur 10°C – 220°C (Tabel 2). Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi argilik dengan kondisi pH fluida relatif netral (pH 4- pH 6 netral). (Gambar 6).

7. Zona Alterasi Montmorilonit-Epidot±Klorit

Zona alterasi montmorilonit-epidot ±kaolinit tidak tersingkap dipermukaan, hanya terdapat di lubang bor pada daerah penelitian, terdapat pada diorit.

Hasil *analytical spectral device (ASD)* (Tabel 1), menunjukkan bahwa zona alterasi ini hadir pada 5 lubang bor, yaitu VHD012, VHD015A, VHD020, VHD027, dan VHD033. Mineral lempung yang hadir pada zona ini adalah mineral montmorilonit, hadir berasosiasi dengan mineral epidot. Beberapa hadir epidot berasosiasi dengan mineral klorit dan hornblende. Sebaran zona alterasi montmorilonit-epidot±kaolinit pada lubang bor dapat dilihat pada model gambar 5.

Berdasarkan kisaran temperatur mineral alterasi (White dan Hedenquist, 1995), Himpunan mineral mineral alterasi montmorilonit-epidot±kaolinit terbentuk pada kisaran temperatur 200°C – 260°C (Tabel 2).

Berdasarkan asosiasi himpunan mineral sekunder menurut (Corbett dan Leach, 1997), zona ini dapat dibandingkan tipe alterasi propilitik dengan kondisi pH fluida relatif netral (pH 5,5- pH 7). (Gambar 6).

Distribusi zona alterasi pada daerah penelitian digambarkan pada peta dan penampang alterasi gambar 4. Berdasarkan hasil analisis, zona alterasi montmorilonit±kaolinit tersebar dari Utara-

Selatan daerah penelitian, zona ini menerus hingga bawah permukaan namun penyebarannya dekat dengan permukaan. Zona alterasi diorit-kaolinit± montmorilonit tersebar pada bagian tengah dan tenggara daerah penelitian dan hanya sedikit ditemukan dipermukaan, namun dibawah permukaan kehadirannya cukup melimpah dan berada lebih dalam posisinya dari zona montmorilonit ±kaolinit pada lubang bor. Zona alterasi alunit-kaolinit± paligorskite dan zona alterasi serisit ±kaolinit± diorit±pirofilit keterdapatannya dibawah permukaan saling berdekatan. Sedangkan zona alterasi pirofilit±diolit ±alunit ±kaolinit dan zona alterasi montmorilonit-epidot ±klorit ditemukan pada kedalaman yang jauh dari permukaan.

Dalam hal ini diperlukan analisis lebih lanjut agar dapat diidentifikasi zona alterasi mana yang memiliki potensi mineralisasi pada daerah penelitian. Data ini tentunya masih memiliki kelemahan, dan perlu didukung dengan data mineralisasi seperti jenis mineral bijih yang muncul, serta paragenesa keterbentukannya sehingga hasil dari analisis tersebut dapat memperkecil luasan daerah eksplorasi dan menghasilkan data yang lebih akurat bagi perusahaan.

KESIMPULAN

Penggunaan metode *analytical spectral devices (ASD)*, dapat membantu studi alterasi pada suatu daerah.

Hasil penelitian ini akan sangat membantu dalam memperkecil luasan daerah eksplorasi, khususnya dalam membagi zona

alterasi secara detail berdasarkan karakteristik mineral lempung yang hadir dan asosiasi antar mineralnya.

Diperlukan beberapa analisis detail lainnya, seperti analisis petrografi, dan analisis mineragrafi. Analisis petrografi digunakan untuk mengetahui hubungan antar mineral lempung, dan paragenesa masing-masing zona alterasi. Analisis mineragrafi digunakan untuk mengetahui sebaran, dan paragenesa mineral bijih serta alterasi yang mengontrol terendapannya mineral sulfida yang terdapat pada batuan.

Seluruh analisis harus diintegrasikan agar menghasilkan interpretasi yang lebih akurat, seperti penentuan titik bor selanjutnya hingga vektoring zona prospek mineralisasi untuk ditambang oleh perusahaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ingin mengucapkan terimakasih kepada PT. Sumbawa Timur Mining yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk melakukan penelitian pada daerah Hu'u, serta memberikan data data perusahaan untuk saya olah menjadi sebuah penelitian.

Saya juga mengucapkan terimakasih kepada fakultas teknik geologi Universitas Padjadjaran yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian tugas akhir dan kepada teman-teman yang telah berkontribusi memberikan dukungan dan berbagi pengetahuannya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

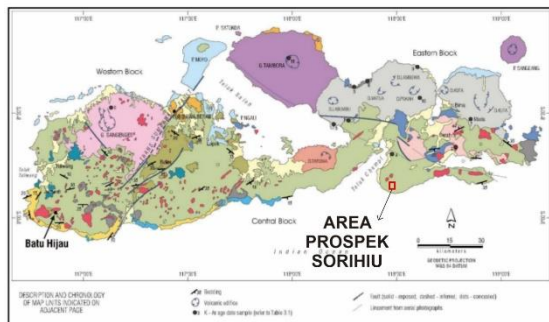
- Lowell, J.D., Guilbert, J.M. (1970). Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits, American Geological Institute; Society of Economic Geologist.
- Pirajno, Franco. (1992). Hydrothermal Processes and Mineral System. Springer: Australia.
- White, N.C., Hedenquist, J.W. (1995). Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics And Exploration, Published in SEG Newsletter, 1995, No. 23, pp. 1, 9-13.
- Sudrajat, A., Mangga, A.S., dan Suwarna, N. (1998). Peta Geologi Lembar Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Corbett, G. J. and Leach, T.M. (1997). SW Pacific Rim Gold and Copper System (Structure, Alteration, and Mineralization), Society of Economic Geologists Special Publication 6, p. 234, CMS New Zealand Ltd., Auckland.
- Sudrajat, A., Mangga, A.S., dan Suwarna, N. (1998). Peta Geologi Lembar Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Garwin, S. (2002). The Geologic Setting of Intrusion-Related Hydrothermal Systems Near The Batu Hijau Porphyry Copper-Gold Deposit, Sumbawa, Indonesia: Society of Economic Geologists Special Publication, 9, p. 333- 336.
- Herman, Danny. Z. (2008). Mineralisasi pada batuan induk batugamping di daerah Lepadi, Dompu, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3 No. 3 September 2008: 175-182.
- Yuniarto, A. B., & Syafri, I. (2009). Mineralisasi Pada Breksi Hidrotermal, Daerah tepu, Tambang Emas Terbuka Kelian, kecamatan Linggang Bigung, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Bulltetion of Scientific Contribution, vol.7.
- Maryono, A., Natawidjaja, D. H., van Leeuwen, T. M., Harrison, R. L., &

- Santoso, B. (2014). Sumatra, an emerging world-class magmatic gold belt. In Proceedings of Sundaland Resources, 2014 MGEI Annual Convention (pp. 17-18).
- Kusniadi, Ari. (2017). Penerapan Metode Spektrometri Analytical Spectral Devices (ASD) untuk Studi Zona Alterasi: Studi Kasus Prospek Toguraci dan Tobobo, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara. FTTM-Rekayasa pertambangan.
- Maryono, A., Harrison, R. L., Cooke, D. R., Rompo, I., & Hoschke, T. G. (2018).

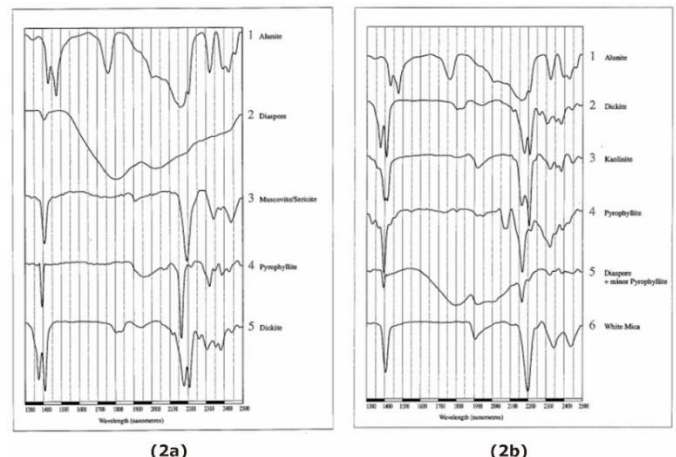
Tectonics and geology of porphyry Cu-Au deposits along the eastern Sunda magmatic arc, Indonesia. Economic Geology, 113(1), 7-38.

Anonim. (2019). Laporan Tahunan ESDM NTB. Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat-Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral.

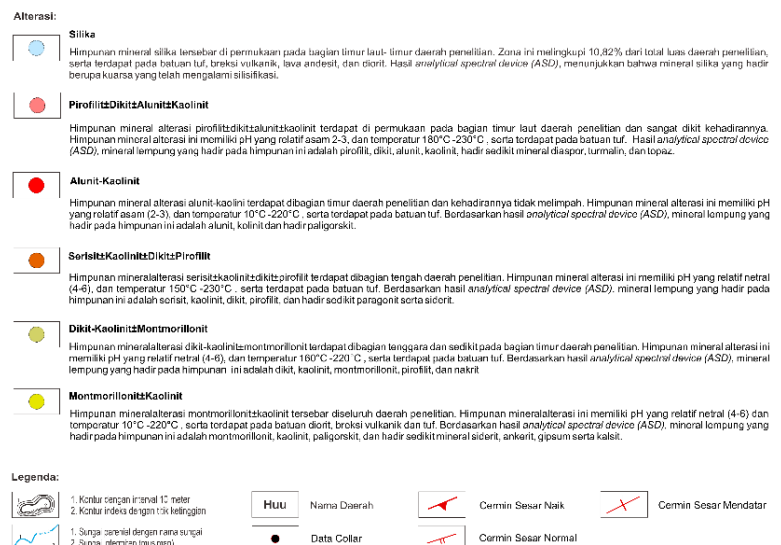
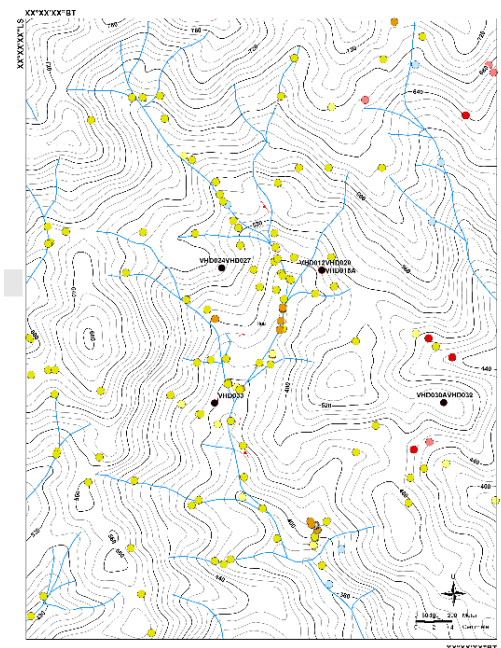
Fulginiti, Paolo. (2020). Clay Minerals in Hydrothermal Systems. Dipartimento di Scienze della Terra, University of Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa, Italy.



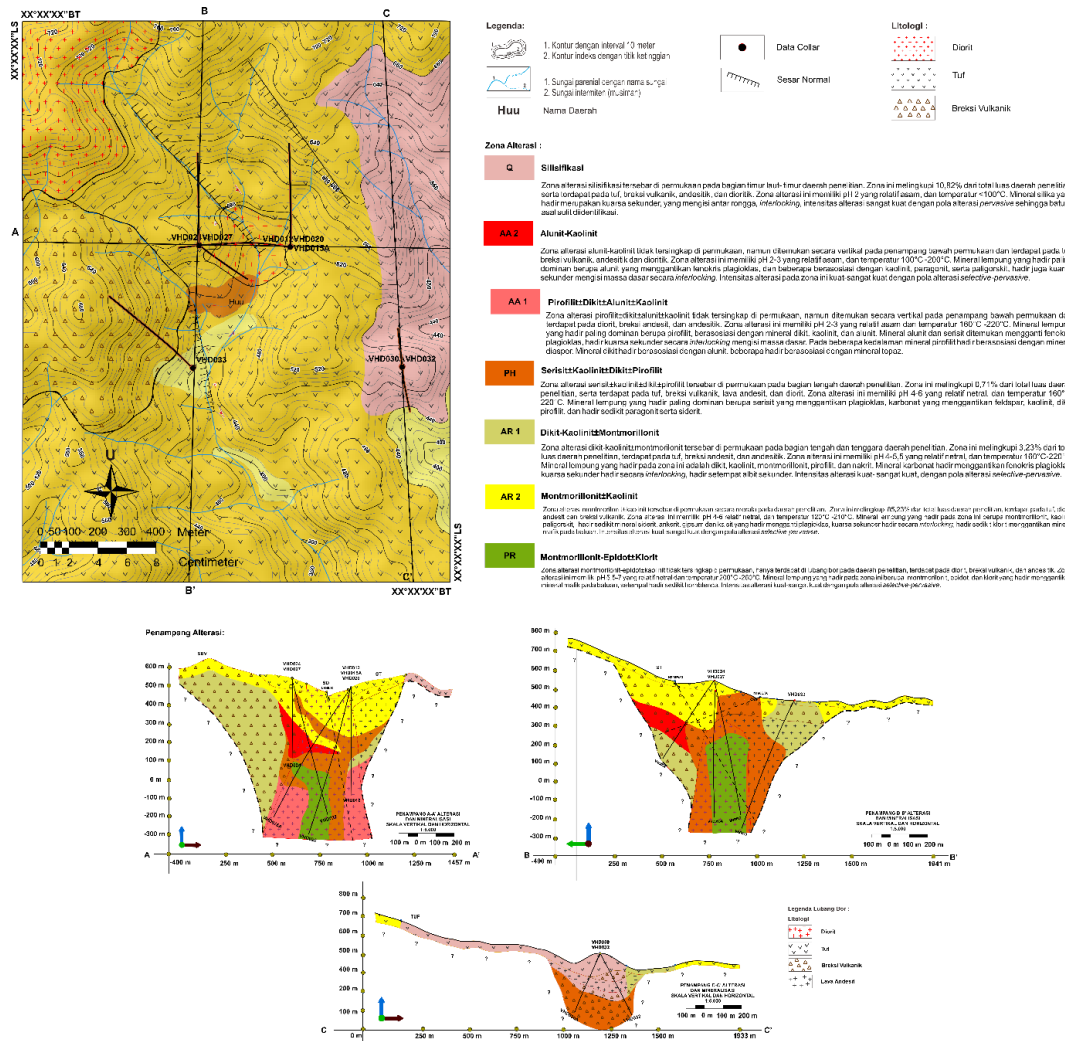
Gambar 1 Lokasi penelitian dalam peta geologi regional Pulau Sumbawa (Garwin,2002)



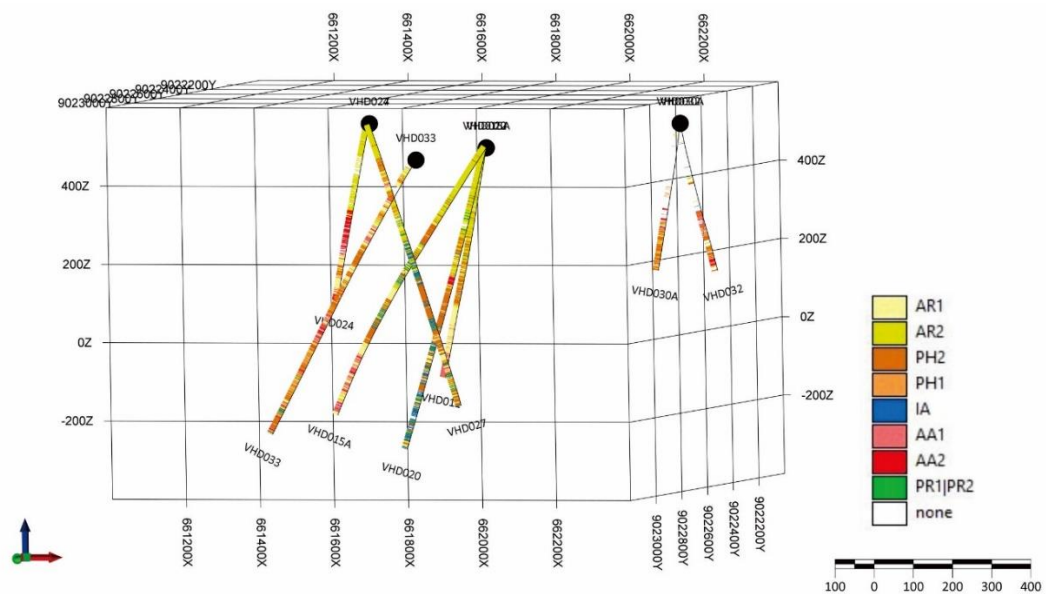
Gambar 2 Bentuk dan tingkat intensitas spektral pada alterasi *advance argillic* (2a) *High sulfidation epithermal system* (2b) *Porphyry alteration system* (Pontual, dkk., 2008).



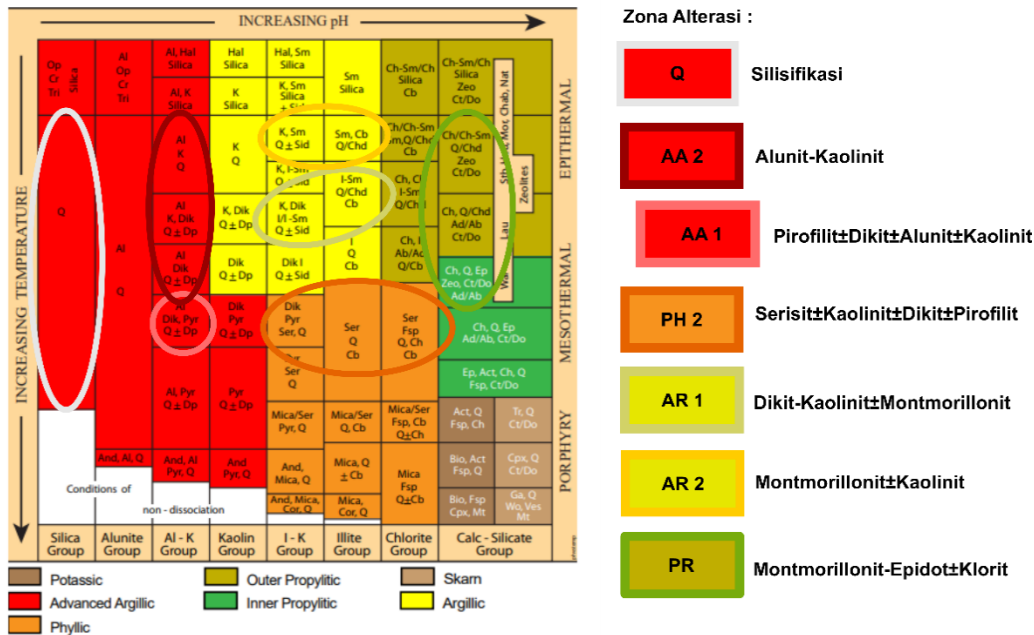
Gambar 3 Peta Kerangka Alterasi Daerah Sori-hiu dan Sekitarnya, Kecamatan Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat



Gambar 4 Peta dan Penampang Alterasi Daerah Sori-hiu dan Sekitarnya, Kecamatan Hu'u, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat



Gambar 5 Sebaran alterasi pada 8 lubang bor di bawah permukaan

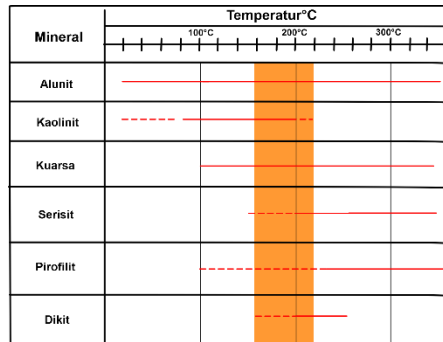


Gambar 6 Himpunan mineral alterasi daerah penelitian yang dibandingkan dengan zona alterasi menurut Corbett dan Leach, 1997

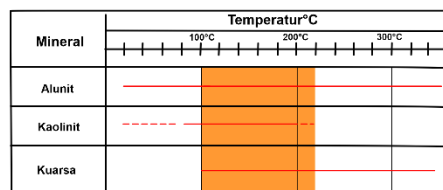
Tabel 1 Beberapa mineral lempung hasil ASD-TerraSpec pada 8 lubang bor

HOLEID	ASD_Depth	EOLFRO	GEOLTO	ASD_Min1_sTSAS	ASD_Min2_sTSAS	SD_Facies_Co	ALT MIN
VHD012	517	517	517	Dickite	Alunite-K	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD012	526	526	526	Dickite	Alunite-K	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD012	600	600	600	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Pyr-KaoPX±Dik
VHD012	633	633	633	Kaolinite-WX	Pyrophyllite	SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD012	634	634	634	Kaolinite-WX	Pyrophyllite	SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD015A	277	277	277	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Pyr-KaoPX±Dik
VHD015A	631	631	631	Dickite	Alunite-Na	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD015A	675	675	675	Alunite-K	Pyrophyllite	SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD015A	676	676	676	Dickite	Alunite-K	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD015A	677	677	677	Alunite-K	Pyrophyllite	SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD015A	682	682	682	Dickite	Topaz	SW	Dik-Tpz
VHD020	355	355	355	Alunite-K	Dickite	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD020	650	650	650	Tourmaline		SW	Fe Tom
VHD020	768	768	768	FeTourmaline		SW	Fe Tom
VHD024	320	320	320	Alunite-K	Kaolinite-PX	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD024	342	342	342	Alunite-K	Pyrophyllite	SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD024	365	365	365	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Dik-Pyr±Nac
VHD027	168	168	168	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Dik-Pyr±Nac
VHD027	360	360	360	FeTourmaline		SW	Fe Tom
VHD027	581	581	581	Nacrite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Dik-Pyr±Nac
VHD027	660	660	660	Kaolinite-PX	Alunite-Na	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD030A	250	250	250	Diaspore	Wood	SP	Dsp-Na Alu
VHD030A	264	264	264	Dickite	Alunite-Na	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD030A	376	376	376	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Pyr-KaoPX±Dik
VHD032	262	262	262	Pyrophyllite		SP	Pyr-K Na Alu=KaoWX±Dsp
VHD032	301	301	301	Dickite	Alunite-K	CA	Dik-K Na Alu=KaoPX
VHD033	30	30	30	Dickite	Pyrophyllite	AA_pf-al	Pyr-KaoPX±Dik

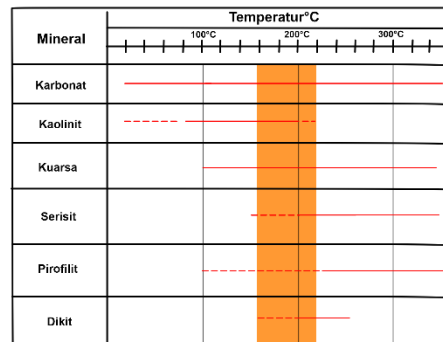
Tabel 2 Kisaran stabilitas pembentukan mineral pada zona alterasi (a) pirofilit±dikit ±alunit ±kaolinit, (b) alunit-kaolinit, (c) serisit ±kaolinit±dikit±pirofilit, (d) dikit-kaolinit±montmorilonit, (e) montmorilonit±kaolinit, (f) montmorilonit-epidot ±klorit



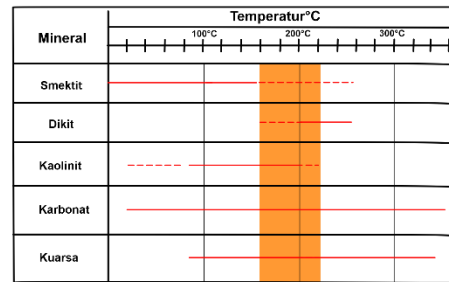
(a)



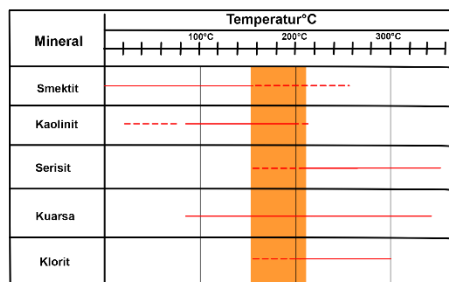
(b)



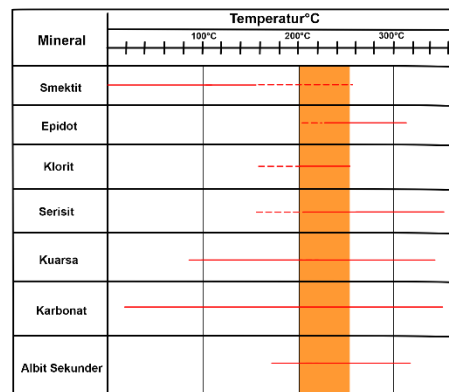
(c)



(d)



(e)



(f)

