

# ZONASI ALTERASI DI DAERAH PIT B-EAST, TUMPANG PITU, DESA SUMBERAGUNG, KECAMATAN PESANGGARAN, KABUPATEN BANYUWANGI, PROVINSI JAWA TIMUR

*Ahmad Galang Riski<sup>1</sup>, Amara Nugrahini<sup>2</sup>, T. Listiyani R.A<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Geologi Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

<sup>2</sup>Dosen Teknik Geologi Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik dan Perencanaan ITNY, Yogyakarta

e-mail: \*[Ahmadgalangriski7@gmail.com](mailto:Ahmadgalangriski7@gmail.com)

## Abstrak

Keberadaan endapan mineral yang signifikan di Indonesia, sebagian besar berasosiasi atau berada pada jalur busur magmatik. Endapan mineral tersebut dapat dikatakan sebagai endapan bijih jika endapan tersebut mengandung mineral-mineral yang terkonsentrasi oleh bahan atau material yang bernilai bagi manusia atau ekonomis serta layak untuk ditambang. Kebutuhan mineral yang bernilai ekonomis tersebut semakin meningkat, namun cadangan yang dimiliki sangat terbatas. Metode yang digunakan merupakan metode lapangan dengan pengamatan langsung kondisi geologi di lapangan, dan metode laboratorium dengan menggunakan *Analytical Spectral Device* (ASD) untuk mengetahui nama mineral lempung. Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian berupa Sesar Oblique yaitu pada pit B East (*Reverse Right Slip Fault* dan *Normal Right Slip Fault*). Berdasarkan himpunan mineral yang dijumpai di lapangan, daerah penelitian dibagi menjadi 5 zonasi alterasi yaitu Masif Silika±Alunit (Zona Silisik), Silika+ Alunit ± Dickit (Zona Argilik Lanjut), Silika + Kaolinit ± Alunit ± Dickit (Zona Argilik Lanjut), Kaolinit ± Monmorilonit (Zona Argilik), dan Klorit ± Monmorilonit±Kaolinit (Zona Propilitik).

**Kata kunci**—Alterasi Hidrotermal, Tumpangpitu, *Analytical Spectral Device* (ASD)

## Abstract

*There are significant mineral deposits in Indonesia, most of which are associated with or located in the path of magmatic arcs. Mineral deposits can be said to be ore deposits if the deposits contain minerals that are concentrated in materials that are of value to humans or economically and are suitable for mining. The need for economically valuable minerals is increasing, but the reserves are very limited. The method used is a field method with direct observation of geological conditions in the field, and a laboratory method using the Analytical Spectral Device (ASD) to determine the names of clay minerals. The geological structure found in the research area is an Oblique Fault, namely in pit B East (Reverse Right Slip Fault and Normal Right Slip Fault). Based on the set of minerals found in the field, the research area is divided into 5 alteration zones, namely Massive Silica ± Alunite (Silicic Zone), Silica + Alunite ± Dickite (Advanced Argillic Zone), Silica + Kaolinite ± Alunite ± Dickite (Advanced Argillic Zone), Kaolinite ± Monmorillonite (Argillic Zone), and Chlorite ± Monmorillonite ± Kaolinite (Prophyllitic Zone).*

**Keywords**—Hydrothermal Alteration, Tumpangpitu, *Analytical Spectral Device* (ASD)

## 1. PENDAHULUAN

Keberadaan endapan mineral yang signifikan di Indonesia, sebagian besar berasosiasi atau berada pada jalur busur magmatik. Endapan mineral tersebut dapat dikatakan sebagai endapan bijih jika endapan tersebut mengandung mineral-mineral yang terkonsentrasi oleh bahan atau material yang bernilai bagi manusia atau ekonomis serta layak untuk ditambang. Kebutuhan mineral yang bernilai ekonomis tersebut semakin meningkat, namun cadangan yang dimiliki sangat terbatas. Oleh karena itu perlu adanya eksplorasi lanjut dan adanya efektivitas penambangan. Endapan bijih terkandung dalam batuan yang keras (hard) dan lunak (soft). 30% bijih terkandung dalam material yang lunak. Sehingga, cara penambangan khusus harus dilakukan untuk memaksimalkan target produksi. Rumusan masalah dari penelitian ini meliputi gejala geologi yang terdapat di daerah penelitian, Apa tipe alterasi yang terdapat di daerah penelitian, Bagaimana persebaran zona alterasi di daerah penelitian.

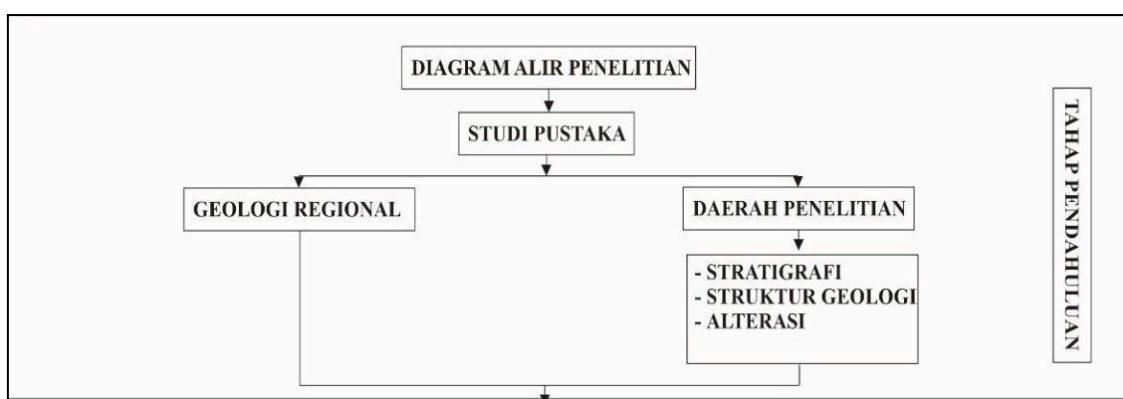
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu pemetaan geologi permukaan (*geological surface mapping*). Pemetaan Geologi adalah suatu kegiatan penelitian untuk mendapatkan informasi-informasi geologi permukaan yang menghasilkan suatu bentuk laporan berupa peta geologi sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi geologi suatu wilayah pemetaan. Kondisi geologi tersebut menggambarkan informasi sebaran dan jenis serta sifat batuan, umur, stratigrafi, struktur, tektonik, geomorfologi, alterasi (Badan Standarisasi Nasional, 1998). Pemetaan geologi permukaan ini dibagi menjadi beberapa tahapan :

#### 2.1.1 Tahap Pendahuluan

Tahapan pendahuluan meliputi persiapan sebelum melakukan penelitian berupa penyusunan proposal dan studi pustaka. Hal – hal yang dilakukan pada tahap studi pustaka adalah pengkajian materi berdasarkan literatur teoritis yang berhubungan dengan mineralisasi endapan hidrotermal dan kondisi geologi pada daerah telitian. Pada tahap ini peneliti melakukan studi tentang geologi regional dan lokal daerah yang akan diteliti meliputi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, alterasi. (**Gambar 1**)



**Gambar 1.** Diagram Alir Tahap Pendahuluan

#### 2.1.2 Tahap Penelitian Lapangan

Hal-hal yang dilakukan pada tahapan ini adalah pencarian dan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari pengambilan langsung data lapangan dengan

pemetaan geologi daerah telitian meliputi deskripsi batuan, deskripsi alterasi pada batuan, pengambilan sampel batuan, dokumentasi, pengambilan data ASD (*Analytical Spectral Device*) langsung serta perekaman data yang mendukung lainnya. (**Gambar 2**)

### 2.1.3 Tahap Analisis Laboratorium

#### 2.1.3.1 Analisis Petrografi

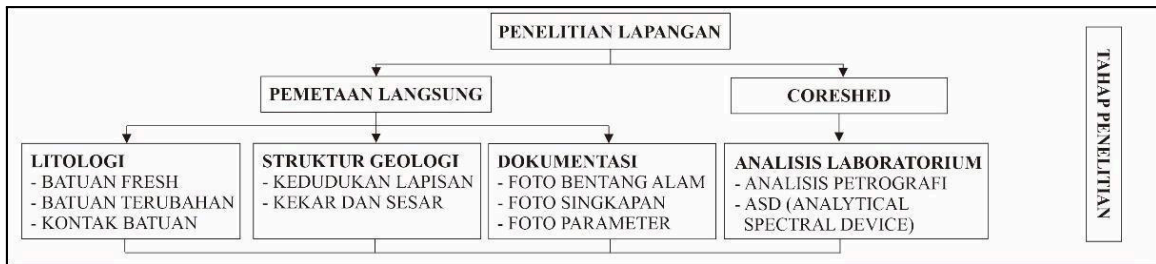
Analisis petrografi dilakukan untuk menentukan jenis-jenis mineral penyusun batuan sehingga didapat nama batumannya melalui sayatan tipis. Analisis ini juga untuk mengidentifikasi mineral-mineral sekunder atau yang sudah terubahkan sehingga dapat menentukan tipe alterasinya.

#### 2.1.3.2 Analisa Struktur Geologi

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi arah-arah kekar, jenis sesar maupun kelurusan-kelurusan akibat gaya yang bekerja di daerah telitian dan untuk mengetahui faktor pengontrol terhadap pembentukan alterasi daerah telitian.

#### 2.1.3.3 Analisa ASD (*Analytical Spectral Device*)

Instrumen ASD adalah spektrometer portable lapangan yang memungkinkan identifikasi mineral dengan membaca penyerapan spektrum vibrasi yang diterima. Fitur penyerapan spektrum ini dipengaruhi oleh variasi komposisi, kristalisasi dan orientasi mineral. Analytical Spectral Device (ASD) bertujuan untuk mengetahui karakteristik kelompok alterasi mineral lempung, distribusi secara lateral dan vertikal sepanjang drilling terus-menerus dan mengetahui pola distribusi mineral lempung yang digunakan untuk mencari potensi mineralisasi emas.

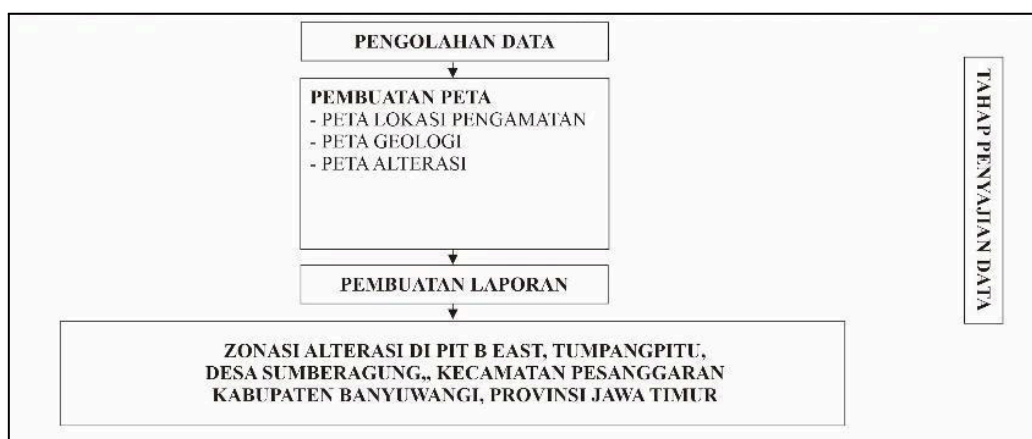


**Gambar 2.** Diagram Alir Tahap Lapangan dan Analisis Laboratorium

### 2.1.4 Tahap Penyusunan Laporan dan Penyajian Data

Tahap terakhir adalah mengintegrasikan seluruh data lapangan dan analisa laboratorium untuk menyimpulkan kondisi keseluruhan geologi di daerah telitian. Hasil yang diperoleh dalam tugas akhir (skripsi) mengenai studi geologi dan zonasi alterasi di wilayah pertambangan PT Bumi Suksesindo (**Gambar 3**) :

1. Laporan Tugas Akhir
2. Peta Lokasi Pengamatan
3. Peta dan Penampang Geologi Daerah Penelitian
4. Peta dan Penampang Alterasi Daerah Penelitian



Gambar 3. Diagram alir tahap penyajian data

## 2.2 Alat dan Fasilitas

Beberapa alat, bahan dan fasilitas yang digunakan untuk mendukung kelancaran penelitian ini, diantaranya :

- |                                                 |                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| a. Peta topografi daerah telitian               | i. GPS                                               |
| b. Peta geologi regional dan peta geologi local | j. Kamera                                            |
| c. Literatur yang terkait                       | k. HCL 0,1 Molar                                     |
| d. Laptop                                       | l. Palu geologi                                      |
| e. Plastik sampel batuan                        | m. Kompas geologi                                    |
| f. Buku catatan lapangan                        | n. Fasilitas yang menunjang penelitian tugas akhir : |
| g. Alat tulis                                   | o. Akses internet                                    |
| h. Lup                                          | p. Akomodasi, Transportasi dan Konsumsi              |

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Alterasi Daerah Penelitian

Alterasi hidrotermal merupakan suatu proses perubahan mineral - mineral terutama pada batuan samping akibat proses hidrotermal. Zonasi perubahan mineral alterasi mempunyai karakteristik dan pola yang unik sehingga dapat dikenali dan diidentifikasi. Pola ini diawali dari zona yang terdekat dengan endapan bijihnya.

Penulis telah menyelesaikan pemetaan daerah penelitian dengan jumlah 72 lokasi pengamatan (LP). Zonasi alterasi pada daerah penelitian diawali dengan zona alterasi Masif Silika±Alunit, kemudian zona alterasi Silika+Alunit±Dickit, zona alterasi Silika+Kaolinit±Alunit±Dickit, zona alterasi Kaolinit ± Monmorilonit, zona alterasi Klorit ± Monmorilonit ± Kaolinit. Hasil pengamatan megaskopis dan ASD (*Analytical Spectral Device*) terhadap beberapa conto batuan terubah di lapangan menghasilkan 5 zonasi alterasi.

#### 3.1.1 Tipe Masif Silika (Zona Silisik)

Tipe alterasi silika ditandai dengan himpunan mineral silika masif dengan ditandai adanya tekstur berupa vuggy mulai dari dominan dan tidak dominan. Sebaran alterasi ini menempati area sangat kecil dengan luasan 3% dari luas daerah penelitian dan umum dijumpai pada sistem sulfidasi tinggi.

Alterasi silika yang ditemukan di daerah penelitian telah mengalami alterasi kuat dan dapat dijumpai pada litologi breksi-hidrotermal dan breksi-vulkanik. Terbentuk paling awal

pada kondisi kaya volatil dan kemudian setelah fase kaya likuid alterasi ini mengalami pelindian dan menjadi tekstur vuggy, bahkan bisa sampai terbreksikan, sehingga membuka ruang pengendapan bagi logam - logam yang dibawa oleh larutan hidrotermal.

Pembentukan alterasi silika yaitu pada kondisi pH fluida larutan hidrotermal <2 (Corbett dan Leach, 1997) dan suhu yang relatif tinggi >200°C - 260°C (Hedenquist et al, 2000). Pola sebaran alterasi ini dipengaruhi oleh keberadaan struktur dan porositas batuan di daerah penelitian. (Tabel 1)

**Tabel 1.** Paragenesa Himpunan Mineral Silika (Kuarsa Vuggy) (Hedenquist et al, 2000)

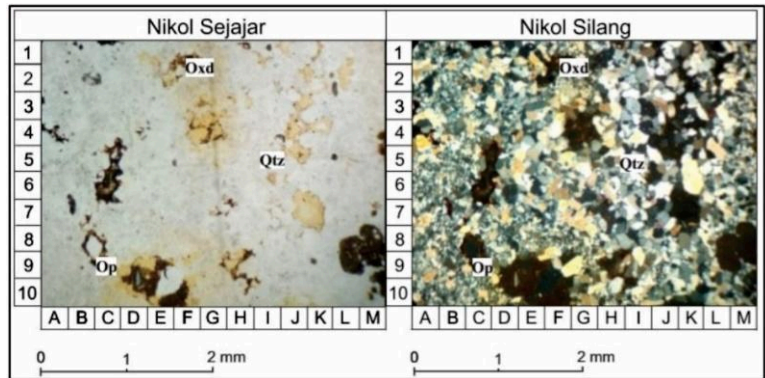
Mineral	Kisaran Temperatur (°C)			
	0	100	200	300
Silika (Kuarsa Vuggy)				

> 200°C

Ciri fisik di lapangan dicirikan dengan kekerasan 7 skala mohs, mempunyai banyak atau sedikit tekstur vuggy dengan biasanya terdapat mineral pembawa bijih seperti Malachit, Azurit, Kalkosit dan mineral gangue yaitu Hematit dan Limonit.

**3.1.1.1 Pemerian Petrografi Alterasi Masif Silika**

**A. Masif Silika**



**Gambar 4.** Foto Sayatan Tipis Masif Silika

Sayatan tipis batuan beku intermediet vulkanik berubah, dengan warna putih kecoklatan, derajat kristalinitas hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus-sedang, bentuk kristal subhedral-anhedral, ukuran kristal 0.1-2.25 mm, dengan relasi inequigranular vitroverik, disusun oleh mineral sekunder : Kuarsa (Qtz) (90%) (I5), mineral opak (Op) (2%) (C9) dan mineral oksida (Oxd) (8%) (G2). Nama alterasi adalah Masif Silika (Kuarsa) (Berdasarkan Himpunan Mineral). (Gambar 4)

**5.1.2 Tipe Silika + Alunit ± Dickit ( Zona Argilik Lanjut)**

Alterasi ini ditandai dengan himpunan mineral Silika, Alunit dan Dickit (hasil ASD) dari hasil pengelompokan mineral masuk ke dalam Alunit Grup. Pengamatan fisik dan megaskopis di pangan meliputi warna dan kekerasan. Alterasi ini relatif lebih keras karena adanya mineral kuarsa dan alunit. Alterasi silika alunit merupakan alterasi yang khas pada sistem sulfidasi tinggi. Alterasi silika alunit ini menempati 20% dari luasan daerah penelitian. Alterasi ini termasuk ke dalam zona alterasi argilik lanjut.



Pembentukan alterasi Silika-Alunit yaitu pada kondisi pH fluida larutan hidrotermal 2 sampai <4 (Corbett dan Leach, 1997) dan suhu 100-260°C (Hedenquist et al, 2000). (Tabel 2) Terbentuk pada fase kaya volatil setelah alterasi Silika. Ciri fisik di lapangan dicirikan dengan kekerasan bisa mencapai > 2.5 skala mohs, biasanya terdapat mineral oksida/gangue yaitu Hematit dan Limonit dan ketika terkena sinar matahari batuan seperti berkilau/sparkly.

**Tabel 2.** Paragenesa Himpunan Mineral Silika + Alunit ± Dickit (Hedenquist et al, 2000)

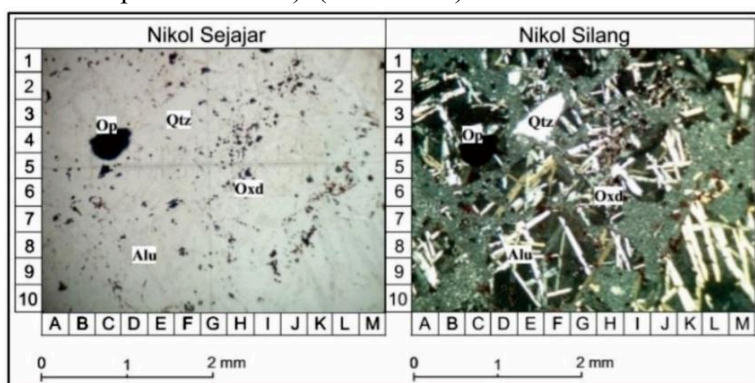
Mineral	Kisaran Temperatur (°C)			
	0	100	200	300
Silika (Kuarsa)				
Alunit				
Dickit				

150 – 260 °C

**5.1.2.1 Pemerian Petrografi Alterasi Silika-Alunit**

**A. Silika-Alunit**

Sayatan tipis batuan beku intermediet vulkanik berubah, dengan warna netral, derajat kristalinitas hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus-sedang, bentuk kristal subhedral-anhedral, ukuran kristal 0.2-1.8 mm, dengan relasi inequigranular porfiritik, disusun oleh mineral sekunder : Kuarsa (Qtz) (50%) (E3), Alunit (Alu) (40%) (D8), mineral oksida (Oxd) (3%) (H6) dan mineral opak (Op) (7%) (C4). Nama alterasi adalah Silika (Kuarsa) - Alunit (Berdasarkan Himpunan Mineral). (Gambar 5)



**Gambar 5** Foto Sayatan Tipis Silika-Alunit

**5.1.3 Tipe Silika + Kaolinit ± Alunit ± Dickit**

Alterasi ini dicirikan dengan kehadiran Mineral Silika dan kumpulan mineral lempung yang berdasarkan analisis ASD (Analytical Spectral Device) didapatkan mineral Dickit, Kaolinit WX (well crystalized) dan Kaolinit PX (poorly Crystalized). Alterasi ini masuk ke dalam zona alterasi Argilik.

Alterasi Silika-Kaolinit terbentuk pada fase akhir saat fluida hidrotermal kaya volatil keluar melalui rekahan pada saat post-magmatic dengan pH sekitar 4 (Corbett dan Leach, 1997) (Tabel 5.3) dan pada suhu relatif rendah 150 – 200°C. Sebaran alterasi Silika + Kaolinit sekitar 10% dari cakupan luas daerah penelitian. Karakteristik di lapangan memiliki kekerasan < 2.5 skala mohs, dengan warna keunguan.

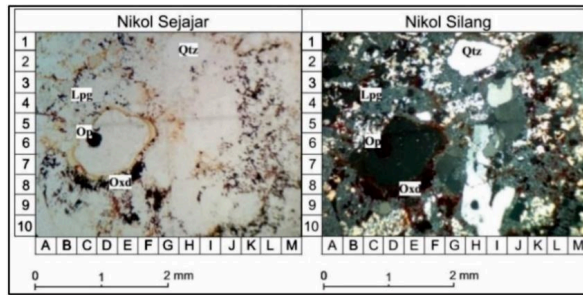
**Tabel 3** Paragenesa Himpunan Mineral Silika + Kaolinit ± Alunit ± Dickit (Hedenquist et al, 2000)

Mineral	Kisaran Temperatur (°C)			
	0	100	200	300
Silika (Kuarsa)				
Kaolinit				
Alunit				
Dickit				

150 – 200 °C

**5.1.3.1 Pemerian Petrografi Alterasi Silika-Kaolinit**

**A. Silika-Kaolinit**



**Gambar 6.** Foto Sayatan Tipis Silika-Kaolinit

Sayatan tipis batuan beku intermediet vulkanik berubah, dengan warna putih kecoklatan, derajat kristalinitas hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus-sedang, bentuk kristal subhedral-anhedral, ukuran kristal 0.1-2 mm, dengan relasi inequigranular porfiritik, disusun oleh mineral sekunder : Kuarsa (Qtz) (40%) (H2), mineral opak (Op) (3%) (C6), mineral oksida (Oxd) (10%) (E8) dan mineral lempung (Lpg) (47%) (C4). Nama alterasi adalah Silika (Kuarsa) - Lempung (Berdasarkan Himpunan Mineral). ( **Gambar 6** )

**5.1.4 Tipe Kaolinit ± Monmorilonit**

Alterasi Kaolinit dicirikan dengan kehadiran mineral Kaolinit ± Monmorilonit (hasil ASD). Alterasi Kaolinit ini tergolong alterasi sedang. Kenampakan lapangan alterasi ini berwarna putih dan kemerahan, biasanya sangat lapuk dan mudah hancur. Alterasi ini termasuk ke dalam zona alterasi argilik

Alterasi kaolinit terbentuk pada fase akhir saat fluida hidrotermal kaya volatil keluar melalui rekahan pada saat post-magmatic pada temperatur relatif rendah 0 – 200°C (Hedenquist et al, 2000) dan pH >4 - 6 (Corbett dan Leach, 1997). ( **Tabel 4** ). Sebaran alterasi kaolinit sekitar 30% dari cakupan luas daerah penelitian. Alterasi ini sudah semakin jauh dari sumber sehingga suhu nya pun rendah dan PH yang naik. Alterasi Kaolinit ini mempunyai karakteristik warna putih, dengan sering ditemukan diseminasi Pirit.

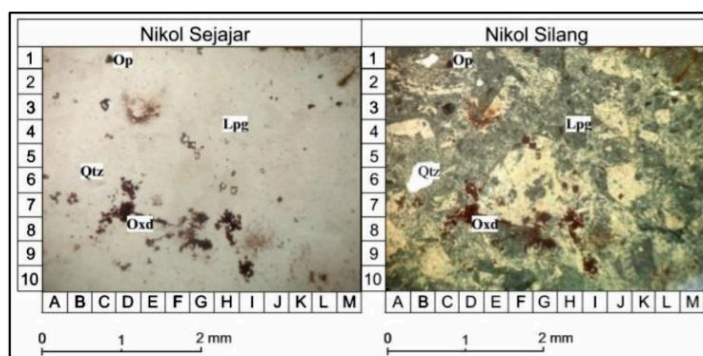
**Tabel 4** Paragenesa Himpunan Mineral Kaolinit ± Monmorilonit (Hedenquist et al, 2000)

Mineral	Kisaran Temperatur (°C)			
	0	100	200	300
Kaolinit				
Monmorilonit				

0 – 200 °C

**5.1.4.1 Pemerian Petrografi Alterasi Kaolinit**

**A. Alterasi Kaolinit**



**Gambar 8** Foto Sayatan Tipis Alterasi Lempung Kaolinit

Sayatan tipis batuan piroklastik berubah mineral lempung dan oksida, ukuran butir: tuff (<2 mm), warna: putih kecoklatan, disusun oleh mineral sekunder : Kuarsa (Qtz) (10%) (B6), mineral opak (Op) (5%) (C1), mineral oksida (Oxd) (25%) (D7) dan mineral lempung (Lpg) (60%) (H4). Nama Alterasi adalah Terubah Mineral Lempung (Berdasarkan Himpunan Mineral). (**Gambar 8**)

**5.1.5 Tipe Klorit ± Monmorilonit ± Kaolinit**

Alterasi Klorit dicirikan dengan kehadiran mineral Klorit ditambah dengan hasil analisa ASD yaitu kemungkinan adanya Monmorilonit dan Kaolinit. Kenampakan lapangan alterasi ini berwarna hijau keputihan, biasanya sangat lembek dan hancur. Alterasi ini merupakan alterasi paling luar dari sumber setelah alterasi Kaolinit. Alterasi ini termasuk kedalam zona alterasi propilitik.

Alterasi Klorit terbentuk pada fase akhir saat fluida hidrotermal kaya volatil keluar melalui rekahan pada saat post-magmatic pada temperatur relatif rendah 100– 200°C (Hedenquist et al, 2000) dan pH 5- 6 (Corbett dan Leach, 1997). (**Tabel 5**). Sebaran alterasi Klorit sekitar 7% dari cakupan luas daerah penelitian. Alterasi ini paling jauh dari sumber sehingga suhu nya pun rendah dan pH semakin netral. Alterasi Klorit ini mempunyai karakteristik warna hijau, terkadang ditemukan diseminasi Pirit.

**Tabel 5** Paragenesa Himpunan Mineral Klorit ± Monmorilonit ± Kaolinit (Hedenquist et al, 2000)

Mineral	Kisaran Temperatur (°C)			
	0	100	200	300
Klorit				
Monmorilonit				
Kaolinit				

100 – 200 °C

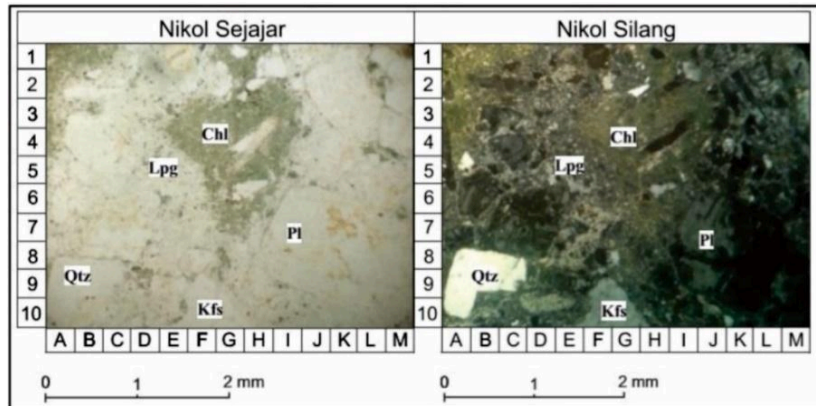
**5.1.5.1 Pemerian Petrografi Alterasi Klorit**

**A. Alterasi Klorit**

Sayatan tipis batuan beku intermediet vulkanik berubah, dengan warna putih kehijauan, indeks warna 5%, derajat kristalinitas hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus-sedang, bentuk kristal euhedral-anhedral, ukuran kristal 0.1-2.5 mm, dengan relasi inequigranular porfiritik, disusun oleh mineral primer : Kuarsa (Qtz) (10%) (B9), K- feldspar (Kfs) (5%) (F10), Plagioklas (Pl) (20%) (J7), mineral sekunder : Klorit (Chl) (40%) (G4) dan mineral lempung



(Lpg) (25%) (E5). Nama alterasi adalah alterasi mineral Klorit dan mineral lempung (Berdasarkan Himpunan Mineral). (**Gambar 9**)

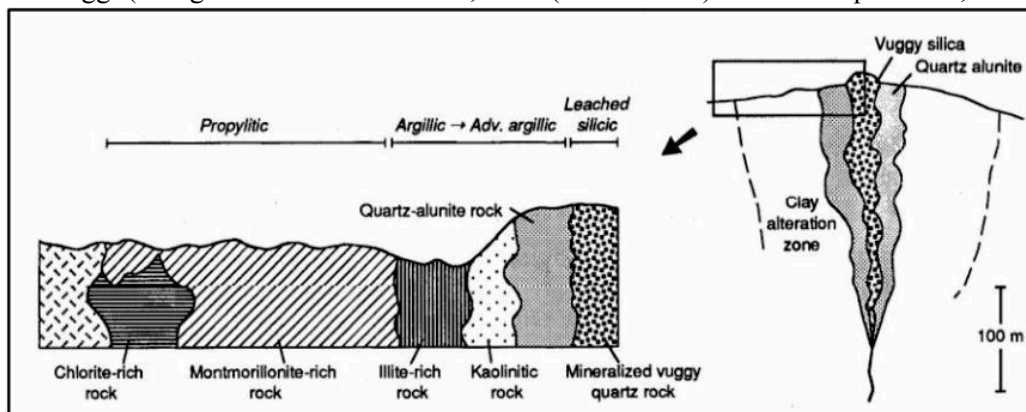


**Gambar 9.** Foto Sayatan Tipis Alterasi Klorit

**5.2 Tipe Endapan Lokasi Penelitian**

Tipe endapan lokasi penelitian, ditentukan berdasarkan batuan penyusun, struktur geologi, zonasi alterasi dan kehadiran mineral bijih. Lokasi penelitian termasuk kedalam jenis tipe endapan epitermal sulfidasi tinggi didasarkan pada :

- a. Memiliki zonasi alterasi dari bagian tengah hingga ke zonasi yang tidak teralterasi, urut dari zonasi silicic, zonasi advance argilik, argilik dan propilitik. Zonasi ini cocok dengan model penampang tipe endapan sulfidasi tinggi (Mengacu Hedenquist et al, 2000) (**Gambar 10**).
- b. Himpunan mineral alterasi yang ditemukan di daerah penelitian urut dari tengah ke tepi antara lain : Masif Silika dengan tekstur vuggy yang berasosiasi dengan mineral pembawa bijih yaitu Malachit dan Azurit (Mineralized Vuggy Quartz Rock), Silika (Kuarsa)+Alunit, Silika (Kuarsa)+Kaolinit, alterasi Kaolinit kemudian paling tepi adalah alterasi Klorit. Zonasi ini cocok dengan model penampang tipe endapan sulfidasi tinggi (Mengacu Corbett dan Leach, 1997 (**Gambar 10**) dan Hedenquist et al, 2000).



**Gambar 10.** Model Penampang Tipe Endapan Sulfidasi Tinggi (Hedenquist et al, 2000)

Intrusi	Intrusi andesit
Host Rock	Breksi-vulkanik
Mineral Ubahan	Masif Silika (Kuarsa) (alterasi <i>Silicic</i> ) Silika+Alunit±Dickit (alterasi <i>Advanced Argillic</i> ) Silika + Kaolinit ± Alunit ± Dickit (alterasi <i>advanced argillic</i> ) Kaolinit ± Monmorilonit (alterasi argilik) Klorit ± Monmorilonit ± Kaolinit (alterasi propilitik)
Mineral Bijih	Pirit, Kalkopirit, Malachit, Azurit
Komoditi Logam	Cu, Au, Ag
Tekstur	Diseminasi mineral pirit, Kuarsa vuggy
Kontrol Alterasi dan Mineralisasi	Struktur geologi berupa sesar dan kekar

**Gambar 11.** Karakteristik Tipe Endapan Sulfidasi Tinggi Lokasi Penelitian

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan analisis di laboratorium, litologi penyusun daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan batuan. Berurutan dari tua ke muda adalah Satuan breksi-vulkanik Batuampar (Miosen Awal), Satuan tuf Batuampar (Miosen Awal), Satuan breksi-hidrotermal Batuampar (Miosen tengah) dan Intrusi Andesit Batuampar (Miosen tengah).

- Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian berupa Sesar Oblique yaitu pada pit B East (*Reverse Right Slip Fault* dan *Normal Right Slip Fault*).
- Berdasarkan himpunan mineral yang dijumpai di lapangan, daerah penelitian dibagi menjadi 5 zonasi alterasi yaitu Masif Silika±Alunit (Zona Silisik), Silika+ Alunit ± Dickit (Zona Argilik Lanjut), Silika + Kaolinit ± Alunit ± Dickit (Zona Argilik Lanjut), Kaolinit ± Monmorilonit (Zona Argilik), dan Klorit ± Monmorilonit±Kaolinit (Zona Propilitik).
- Mineral Alunit K, Alunit Na dan Dickit terdapat pada alterasi Silika-Alunit, mineral Kaolinit WX terdapat pada alterasi Silika-Kaolinit, Kaolinit PX terdapat pada alterasi Kaolinit dan mineral Monmorilonit terdapat pada alterasi Klorit.
- Alterasi Masif Silika (Zona Silisik) dan Silika+ Alunit ± Dickit (Zona Argilik Lanjut) mengandung mineral lempung Alunit K, Alunit Na dan Dickit dengan kadar Au tinggi (>3 ppm) yang didukung juga dengan adanya Struktur geologi.

#### 5. SARAN

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis, semoga Skripsi ini dapat dipertimbangkan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, saudara-saudara yang telah yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini. Serta kepada semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achdan dan Bachri. 1993. *Peta Geologi Lembar Blambangan, Jawa Timur*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Anderson, 2015. *Clay Minerals : Soils to Engineering Technology to Cat Litter*. USC Mineralogy Geol 215a.
- Anonim. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Jakarta : Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI), 26 h.
- Atmasari dkk. 2011. *Application of an Analytical Spectral Device (ASD) in Alteration Mapping of the Seruyung Project, East Kalimantan, Indonesia*. Majalah Geologi Indonesia, Vol. 26 No. 3.
- Barton, C.D. dan Karathanasis A.D. 2002. *Clay Minerals*. Encyclopedia of Soil Science.
- Bateman, A. M. 1981. *Deposit Mineral 3<sup>rd</sup> edition*. New York : John Wiley and Sons.
- Bemmelen, R.W. Van. 1949. *The Geology of Indonesia*. Amsterdam : Vol. 1 A. Government Printing Office. The Hauge.
- Bronto, S. 2006. *Fasies Gunungapi dan Aplikasinya*. Jurnal Geologi Indonesia. Vol. 1, No. 2.
- Browne, P.R.L. 1991. *Hydrothermal Alteration and Geothermal Systems*. New Zealand : Geology Lecture Course, University of Auckland.
- Budiyani, Sri. et al. 2003, *The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon occurrences in the East Java Basin*, Indonesian Petroleum Association, Proceeding Ann.Conv.29th.
- Buchanan, L.J. 1981. *Precious metal deposits associated with volcanic environments in the southwest, Relations of Tectonics to Ore Deposits in the Southern Cordillera*: Arizona Geological Society Digest, v. 14.
- Carlile dan Mitchell. 1994. *Magmatic Arcs adn Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia*. Journal of Geochemical Exploration 50 (1-3) : 91-142.
- Corbett, G.J. dan Leach T.M. 1997. *Southwest Pacific Rim Gold-copper Systems : Structure, Alteration, and Mineralization*. Townville : A Workshop Presented for the Society of Exploration Geochemists.
- Corbett, G.J. 2002. *Epithermal Gold For Explorationists*. Australia : AIG Journal-Applied Geoscientific Practice and Research.
- Darman, H. dan Sidi, F.H. 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Guilbert, J.M. dan Park C.F.Jr. 1986. *The Geology of Ore Deposits*. New York : W.H. Freeman and Company.
- Hall, R., Clements, B., & Smyth, H. R. (2009). *Sundaland : Basement Character, Structure and Plate Tectonic Development*. Indonesian Petroleum Association. 33. Jakarta: Indonesian Petroleum Association.
- Hedenquist, J.W. et. Al. 1997. *Evolution of an Intrusion-Centered Hydrothermal System: Far Southeast-Lepanto Porphyry and Epithermal Cu-Au Deposits, Philippin*. Economic Geology, v. 93, pp. 373-404.
- Hedenquist, J.W. et al. 2000. *Explorationfor Epithermal Gold Deposit*. SEG Reviews Vol. 13, 2000, p . 245-277.
- Hellman, Phillip L. 2011. *Tujuh Bukit Project Report On Mineral Resources, Located in East Java, indonesia*. Australia : Intrepid Mines Limited Level 1, 490 Upper Edward St. Spring Hill, Qld 4004.
- Kodama, Hideomi. 2006. *Clay mineral*. Encyclopedia Britannica.
- Kretz, R. 1983. *Symbols for rock-forming minerals*. Am. Mineral., 68, 277 - 279.

- Le Bas, M.J. dan Streckeisen, A.L. 1991. *The IUGS Systematics of Igneous Rocks*. Journal of The Geological Society. London. Vol. 148, pp. 825-833.
- Lestari. 2014. *Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus di Desa Tanah Awu, Lombok Tengah)*. GaneÇ Swara Vol. 8 No.2.
- Moody, J.D., dan Hill, M.J. 1956. *Wrench Fault Tectonics*. Bulletin of the Geological Society of America.
- Morrison, K. 1996. *Magmatic-related Hydrothermal System*. Australia : Short Course Manual.
- Pirajno, F. 1992. *Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris.
- Pirajno. 2009. *Hydrothermal Processes and Mineral Systems*: Springer Science + Bussines Media B.V. 2009.
- Pulunggono dan Martodjojo, S. 1994. *Perubahan Tektonik Paleogene – Neogene Merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa*. Yogyakarta : Proceeding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa, Percetakan NAFIRI.
- Rickard, M.J., 1972. *Fault classification – discussion*. Geological Society of America Bulletin, v.83, p.2545-2546.
- Rohrlach, Bruce. 2011. *The Geology of the TujuhBukit Copper-Gold Project East Java, Indonesia*. Intrepid Mines Ltd (SMEDG16 June 2011).
- Schmid, R. 1981. *Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposits and Fragments: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. The Geological Society of America. Boulder. Vol. 9, 41-43.
- Sillitoe, R.H. et al. 2003. *Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits*. Society of Economic Geologist Special Publication 10, 2003, p. 315-343.
- Simmons. 1995. *Magmatic Contributions to Low.Sulfidation Epithermal Deposits*. Auckland, New Zealand : Geothermal Institute, The University of Auckland, Private Bag 92019.
- Simmons et. al., 2005. *Geological Characteristics of Epithermal Precious and Base Metal Deposits, Society of Economic Geologists: Economic Geology 100th Anniversary Volume, Inc.*, pp. 485–522.
- Sutarto. 2001. “*Buku Petunjuk Praktikum Endapan Mineral*” Edisi 2, Laboratorium Endapan Mineral, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Yogyakarta.
- Travis, Russel B. 1955. *Classification of Rocks*. Colorado : Colorado School of Mines, 4th edition
- Van Zuidam, R. A.. 1983. *Guide to Geomorphology Ariel Photographic Interpretation and Mapping*, ITC Enschede The Nederland.
- Verstappen, H. Th. 1985. *Applied Geomorphological Survey and Natural Hazard Zoning*. Enschede: ITC
- White, N.C. dan Hedenquist, J.W. 1990. *Epithermal Environments and Styles of Mineralization: Variations and their Causes, and Guidelines for Exploration*. Journal of Geochemical Exploration, 36: 445-474.
- White, N. C. dan Hedenquist, J. W. 1995. *Epithermal Gold Deposits: Styles, Charecteristics and Exploration*, Society of Economic Geology 25, hal 1,9-13.
- White, N. 2009. *Ephithermal Gold Deposit; in SEG-MGEI Gold Deposit Workshop 2009, Gold Deposits*. Yogyakarta : New Development and Exploration, Gadjah Mada University.