

## GEOLOGI DAN KARAKTERISTIK MINERAL PIROPILIT DAERAH SUMBERMANJING WETAN, MALANG

Sapto Heru Yuwanto<sup>1\*</sup>, dan Gilang Eko Prasetya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

\*e-mail : [saptoheru@itats.ac.id](mailto:saptoheru@itats.ac.id)

**Abstrak.** Penelitian dilakukan di Daerah Ringinkembar dan Sekitarnya, Sumbermanjing Wetan, Malang. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Turen, batuan penyusun daerah penelitian masuk dalam Formasi Mandalika dengan umur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal. Formasi Mandalika terusun oleh satuan batuan vulkanik antara lain andesit, dasit dan tuff, dan batuan tersebut telah banyak mengalami ubahan (alterasi). Salah satu hasil mineral ubahannya adalah mineral piropilit, yang dominan terdapat pada zona alterasi argilik lanjut. Mineral piropilit yang ada di daerah Sumbermanjing Wetan, Malang sudah banyak yang ditambang, salah satunya digunakan untuk bahan baku campuran keramik, atau bahan baku industri lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi dan karakteristik mineral piropilit di daerah penelitian berdasarkan sifat fisik dan kandungan kimia mineral piropilit. Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dan analisis sampel batuan *X-Ray Diffraction* (XRD) di laboratorium. Berdasarkan pemetaan geologi permukaan, geomorfologi di daerah penelitian tersusun satuan perbukitan struktural bergelombang sedang hingga kuat struktural yang berhubungan dengan kekar dan patahan. Litologi penyusunnya dari tua ke muda satuan andesit, satuan tuff, satuan batupasir, dan satuan batugamping. Struktur geologi berupa kekar yang memiliki arah N 10° E. Zona alterasi daerah penelitian terdapat zona alterasi propilitik dan zona argilik lanjut. Berdasarkan analisis sampel batuan, mineral piropilit dilihat dari kandungan alumina dan kuarsa terdapat 4 tipe mineral piropilit di daerah penelitian. Tipe A piropilit alumina tinggi, Tipe B piropilit silika rendah, Tipe C piropilit silika tinggi dengan diaspore, dan Tipe D piropilit dengan alkali rendah.

**Kata Kunci:** Alterasi; Geologi; Mineral Propolit

**Abstract.** This research was conducted in Ringinkembar Village and its surroundings, Sumbermanjing Wetan, Malang, East Java. According to the Regional Geological Map of the Turen Sheet, the rocks in the study area are part of the Mandalika Formation, which dates back to the Late Oligocene to Early Miocene. The Mandalika Formation is composed of volcanic rock units such as andesite, dacite, and tuff, which have undergone significant alteration. One of the alteration minerals produced is pyrophyllite, which is predominantly found in the advanced argillic alteration zone. The pyrophyllite minerals in the Sumbermanjing Wetan area, Malang, have been extensively mined, with some being used as raw materials for ceramic mixtures or other industrial purposes. This study aims to determine the geological conditions and characteristics of the pyrophyllite minerals in the study area based on the physical properties and chemical composition of the pyrophyllite minerals. The methods used include surface geological mapping and X-Ray Diffraction (XRD) analysis of rock samples in the laboratory. Based on surface geological mapping, the geomorphology of the study area consists of moderately to strongly undulating structural hill units associated with joints and faults. The lithology, from oldest to youngest, comprises andesite units, tuff units, sandstone units, and limestone units. The geological structure includes joints with a N 10° E orientation. The alteration zones in the study area include propylitic and advanced argillic zones. Based on rock sample analysis, there are four types of pyrophyllite minerals in the study area, categorized by alumina and quartz content: Type A high-alumina pyrophyllite, Type B low-silica pyrophyllite, Type C high-silica pyrophyllite with diaspore, and Type D low-alkali pyrophyllite.

**Keywords:** Geology; Alteration; Pyrophyllite

## PENDAHULUAN

Mineral piropilit merupakan salah satu mineral ubahan (alterasi), paduan aluminium silikat yang berbentuk monoklin dan mirip dengan *talk*. Mineral piropilit terbentuk dari ubahan (alterasi) hidrotermal, biasanya pada Formasi Andesit Tua (OAF), dimana formasi ini merupakan batuan penyusun Jawa Timur bagian selatan. Menurut (Van Bemmelen 1949) pada Fisiografi Zona Pegunungan Selatan, salah satu formasi batuan yang menyusun fisiografi ini adalah Formasi Mandalika. Mineral piropilit di Jawa Timur khususnya di Kabupaten Malang cukup banyak kehadirannya, diakibatkan dari munculnya Formasi Andesit Tua (OAF) (Mutrofin et al. 2006). Piropilit terbentuk pada zona ubahan argilik lanjut seperti kaolin pada temperatur tinggi dan pH asam. Piropilit umumnya digunakan pada industri keramik, barang tahan api, industri kertas, untuk bidang konstruksi sebagai bahan penyusun beton (Tyas dan Tjahjani, 2011). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian karena di daerah penelitian belum banyak yang melakukannya, khususnya mengenai kondisi geologi lokal daerah penelitian yang berkaitan dengan mineral-mineral ubahan (alterasi), karakteristik, dan kebermanfaatannya untuk dunia industri. Penelitian ini dilakukan di Daerah Ringinkembar dan Sekitarnya, termasuk ke dalam wilayah administrasi Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Malang – Jawa Timur. Secara fisiografi daerah penelitian berada pada zona pegunungan selatan (Van Bemmelen 1949). Geomorfologi regional daerah penelitian dan sekitarnya cukup beragam yang terbagi menjadi 3 satuan morfologi, satuan dataran aluvial, satuan perbukitan dengan relief landai, dan satuan pegunungan dengan relief tinggi. Area penelitian secara peta geologi regional masuk dalam Lembar Turen (Sujanto, dkk 1992). Berdasarkan stratigrafi regional terbagi menjadi beberapa formasi batuan diantaranya Formasi Mandalika, Formasi Wuni, Formasi Wonosari, dan Formasi Nampol dengan umur batuan penyusunnya dimulai dari Miosen Awal hingga Holosen. Struktur geologi yang dominan berkembang di daerah penelitian dan sekitarnya adalah sesar normal, antiklin, sinklin, dan juga kelurusan - kelurusan yang berarah Tenggara- Barat Laut dan Timur Laut- Barat Daya (Arifin et al. 2021). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi dan tipe mineral piropilit serta pemanfaatannya yang ada di daerah Ringinkembar dan sekitarnya berdasarkan sifat fisik dan kandungan kimia mineral piropilit.

Geologi regional Pegunungan Selatan, bentuk lahan di Pegunungan Selatan Jawa Timur secara signifikan dipengaruhi oleh karakteristik batuan dan tata letak geologinya, yang menghasilkan tiga tampilan morfologi yaitu dataran aluvial, kawasan perbukitan dengan permukaan yang cenderung landai, dan rangkaian pegunungan yang memiliki elevasi tinggi (Surono 2009). Urutan stratigrafi tua ke muda yaitu Formasi Mandalika, Formasi Wuni, Formasi Nampol, Formasi Wonosari, dan Sedimen Kuartar ditunjukkan pada Gambar 2 (b). Zona Pegunungan Selatan merupakan jalur gunung berapi zaman Tersier yang mengalami dua tahap tektogenesis yaitu tahap tektogenesis Eosen Akhir - Miosen Awal dan tahap tektogenesis setelah Miosen Akhir - Pliosen. Adanya retakan-retakan kuarsa dan transformasi akibat aktivitas hidrotermal terjadi pada tahap tektogenesis pertama, sementara pada tahap tektogenesis kedua setelah Pliosen, terjadi proses pengangkatan utamanya di wilayah Pegunungan Selatan Jawa Timur. Hal ini mengakibatkan intrusi magma dan pengisian rekahan dengan material magma (Smyth et al. 2003). Litologi penyusun di area penelitian banyak yang telah mengalami alterasi serta beberapa tempat ada yang diikuti dengan proses mineralisasi (Yuwanto and Solichah 2015). Alterasi yang dominan di daerah ini adalah zona alterasi propilitik, zona alterasi argilik, dan zona alterasi argilik lanjut. Selama umur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal, telah terjadi aktivitas magmatik yang mengakibatkan intrusi batuan andesit, dasit, diorit, dan basal; batuan intrusi ini mencapai permukaan melalui rekahan-rekahan dalam formasi batuan di sekitarnya (Yuwanto and Ridwan 2017).

Mineral piropilit merupakan jenis mineral aluminium silikat hidrat, yang mempunyai rumus kimia  $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$  pada umumnya berasosiasi dengan mineral lain seperti kuarsa, mika, kaolinit, epidot, dan rutil (Abdrakhimova 2010). Komposisi piropilit murni terdiri dari 28,3%  $Al_2O_3$ , 66,7%  $SiO_2$ , dan 5%  $H_2O$  (Mutrofin et al. 2006). Piropilit terbentuk pada proses hidrotermal batuan vulkanik yang berkomporsi andesitis, dasitis, riodasitis yang memiliki kontrol struktur serta kontrol struktur yang kuat (Das and Mohanty 2009). Mineral piropilit terbentuk dalam zona argilik lanjut pada suhu yang tinggi ( $250^{\circ}C$ ) dan lingkungan dengan pH asam, seperti pada kondisi yang terjadi pada kaolin (Bentayeb et al. 2003). Proses hidrotermal

dalam keadaan tertentu menghasilkan kumpulan mineral khusus yang disebut sebagai himpunan mineral. Kehadiran mineral piropilit dapat ditemukan di berbagai lokasi, terutama terkait dengan munculnya formasi andesit tua, seperti yang dapat ditemukan di beberapa wilayah di Pulau Sumatera, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Pulau Sulawesi. Walaupun sulit dibedakan secara makroskopis dan melalui analisis sinar-X, piropilit umumnya terbentuk dalam hubungannya dengan formasi batuan andesit tua yang dipengaruhi oleh kendali struktural dan tingkat perubahan hidrotermal yang signifikan. Sifat fisik piropilit bentuk kristal piropilit monoklin, mirip dengan *talk* dilihat dari sifat fisik dan kimianya (Jeong et al. 2017). Pada umumnya memiliki lapisan tipis berfoliasi radial dan berwarna kekuningan, hijau pucat, dan hijau coklat. Piropilit tingkat kekerasan 1-2 mohs dengan berat jenis 2 dan relatif ringan dan juga mempunyai belahan nyata, pada keadaan pipih mudah dibentuk akan tetapi tidak elastis (Das and Mohanty 2009). Sifat kimia mineral piropilit, secara didunia endapan piropilit murni mengandung kurang lebih 66,7% SiO<sub>2</sub>, 28,30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 5% H<sub>2</sub>O, akan tetapi di alam akan sangat sulit mendapatkan endapan piropilit murni, biasanya berasosiasi dengan mineral lain (Lee and Kim 2018). Berdasarkan kandungan kimia mineral piropilit dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe mineral piropilit yaitu piropilit alumina tinggi, piropilit silika rendah, dan piropilit silika tinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Kandungan kimia Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, dan K<sub>2</sub>O digunakan untuk piropilit ini juga silika modul dengan Ratio SM = SiO<sub>2</sub> / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Res, et al 2002).

**Tabel 1.** Klasifikasi Mineral Piropilit berdasarkan Kandungan Kimia (Res, et al 2002)

Tipe Piropilit	Keterangan
Piropilit Alumina Tinggi	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > 28% dan kaya akan mineral kyanite
Piropilit Silika Rendah	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20 – 28% dan rasio SiO <sub>2</sub> dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (SM) ≤ 3
Piropilit Silika Tinggi	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15 – 18% dan rasio SiO <sub>2</sub> dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (SM) > 4

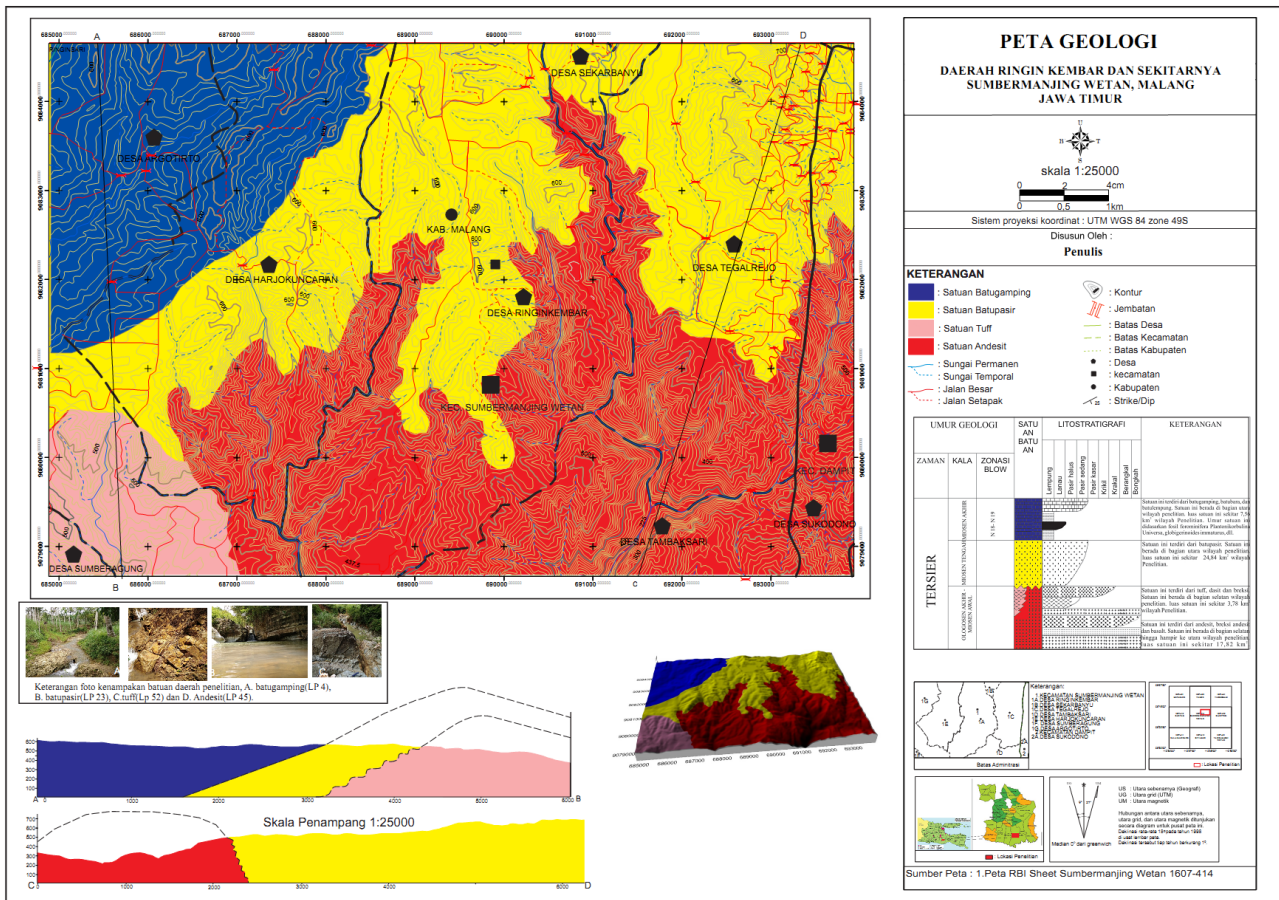
## METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan metode pemetaan geologi permukaan dan analisis laboratorium. Pemetaan geologi meliputi antara lain pengamatan morfologi, pengamatan singkapan batuan (litologi), pengamatan zona alterasi, dan pengukuran struktur geologi. Analisis data dilakukan dengan analisis petrografi (sayatan tipis) dan *XRD (X-Ray Diffraction)*. Pada tahap awal dilakukan kajian tentang geologi regional daerah penelitian dan mineral piropilit serta merumuskan masalah. Pengambilan data primer yang dilakukan antara lain berupa singkapan batuan, morfologi, struktur geologi. Data sekunder yang digunakan antara lain, peta geologi regional lembar Turen, peta RBI (Rupa Bumi Indonesia), dan data *DEM (digital elevation model)*. Dilanjutkan dengan tahap analisis data yang meliputi analisis geologi berupa geomorfologi, litologi penyusun, struktur geologi yang berkembang, alterasi dan mineralisasi, dan karakteristik atau tipe mineral piropilit yang ada di daerah penelitian berdasarkan peta geologi, peta zona alterasi dan tipe mineral piropilit, serta bagaimana pemanfaatannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

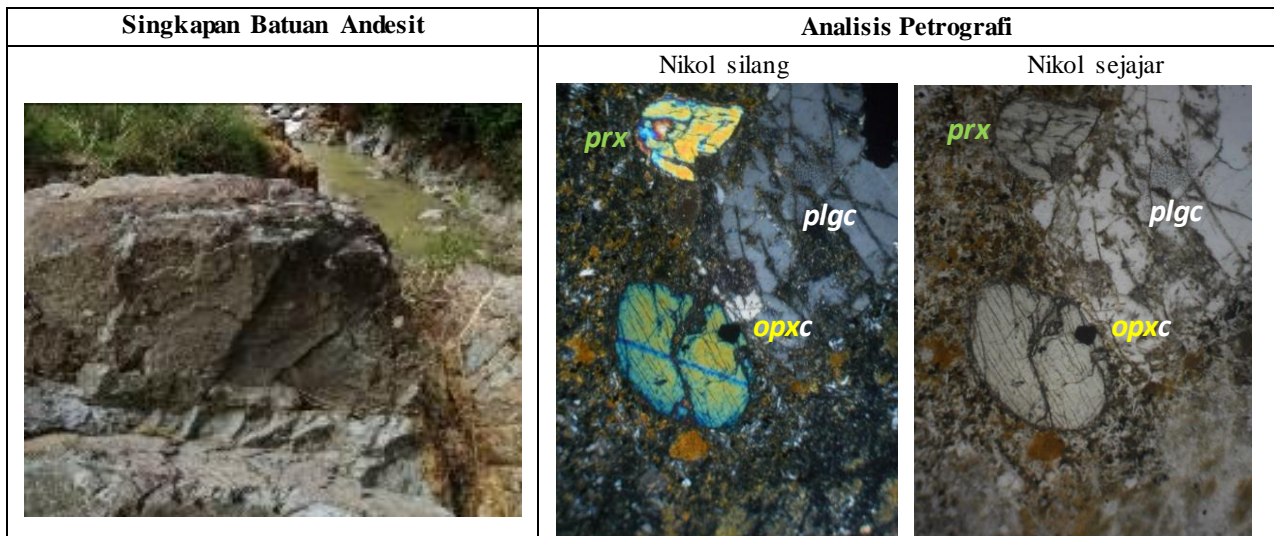
Daerah penelitian tersusun atas 4 satuan batuan, secara berturut-turut dari tua hingga muda yaitu satuan batuan andesit, satuan dasit dan tuff, satuan batupasir dan satuan batugamping seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Satuan batuan andesit terdiri atas batuan andesit dan batuan basalt, luas penyebaran satuan andesit mencapai 17,82 km<sup>2</sup> pada bagian Selatan daerah penelitian pada Gambar 1 ditunjukkan dengan warna merah. Batuan andesit memiliki warna abu-abu kehijauan, bertekstur porfiritik, fenokris yang tertanam dalam masa dasar butiran halus plagioklas (*plgc*), piroksen (*prx*) telah mengalami ubahan (alterasi) menjadi mineral klorit, mineral opak (*opx*) hadir sebagai mineral magnetit dan gelas, mineral sekunder yang hadir mineral klorit sebagai mineral ubahan dari mineral piroksin seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Batuan sasalt memiliki warna abu-abu kehijauan, inequi-granular, subhedral-anhedral, hipokristalin, dengan tekstur khusus *amigdoloidal* (lubang-lubang gas terisi oleh mineral sekunder kalsit dan kuarsa), komposisi batuan terdiri dari

mineral plagioklas (*plgc*), piroksen (*prx*), olivine (*olv*), mineral opak (*opx*), dan gelas. Mineral sekunder yang hadir berupa mineral kalsit dan silika yang mengisi lubang-lubang gas, mineral klorit sebagai mineral ubahan dari mineral piroksin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Satuan dasit dan tuff berada di bagian Barat Daya daerah penelitian, luas penyebarannya mencapai 3,78 km<sup>2</sup>, pada Gambar 1 ditunjukkan dengan warna merah muda. Singkapan dasit ini telah teralterasi, berwarna abu-abu kecoklatan, komposisi tersusun oleh mineral serisit (*srt*), silika (*si*), mineral lempung (*cly*), adularia (*adl*), dan mineral bijih berupa mineral pirit (*pyrt*) yang sebagian besar mineral telah mengalami proses oksidasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada satuan batuan andesit dan dasit banyak yang sudah mengalami alterasi, dikarenakan proses hidrothermal pada batuan andesit dan basalt banyak ditemukan mineral sekunder mineral lempung (*cly*) klorit sebagai ubahan dari mineral piroksin (*prx*). Umur satuan andesit dibandingkan dengan startigrafi Peta Geologi Regional Lembar Turen termasuk dalam Formasi Mandalika, berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal.



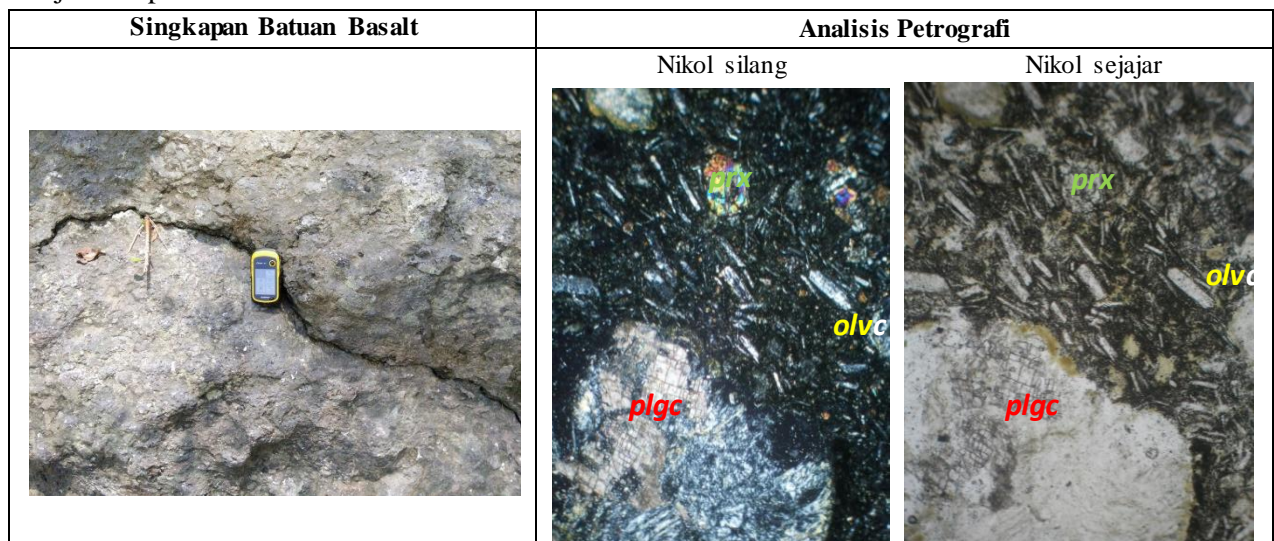
Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian



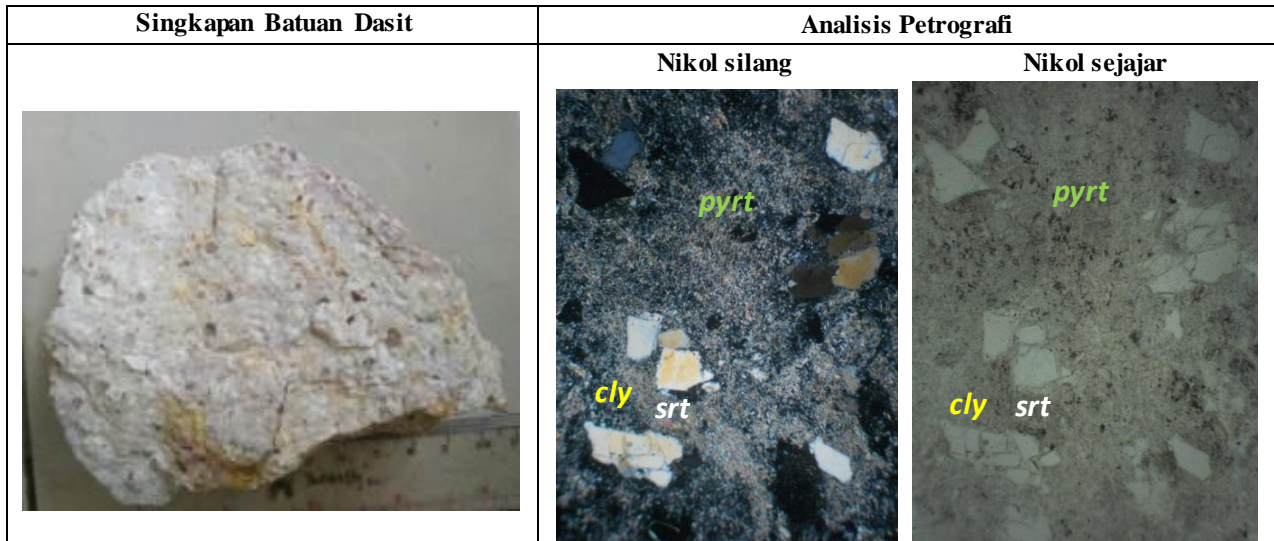


**Gambar 2.** Singkapan Batuan Andesit dan Hasil Analisis Petrografi

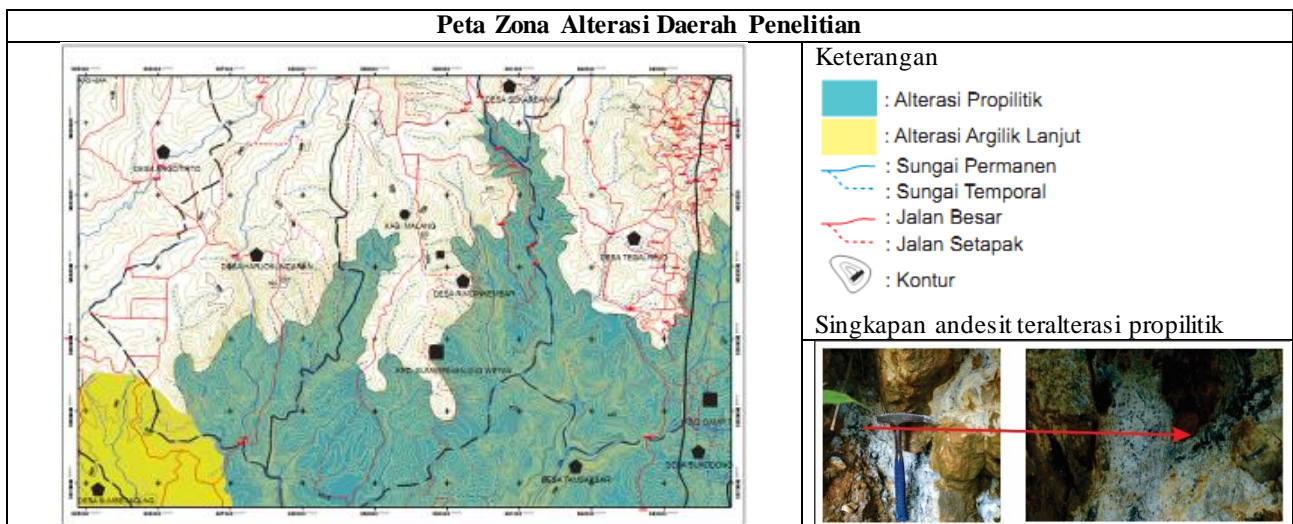
Alterasi hidrotermal di daerah penelitian berdasarkan dari kehadiran mineralnya dapat dibagi menjadi zona alterasi propilitik dan zona argilik. Zona alterasi propilitik ditunjukkan dengan kehadiran yang dominan mineral klorit, berwarna abu- abu kehijauan, mineral yang hadir umumnya mineral klorit, pirit, kuarsa, epidot, kalkopirit, dan sedikit kalsit, biasanya dijumpai pada batuan andesit, basalt, dan breksi vulkanik. Pengamatan mikroskopik sayatan petrografi memperlihatkan kenampakan mineral yang menunjukkan mineral alterasi propilitik adalah klorit, kalsit, kuarsa, dan pirit berdasarkan himpunan mineral alterasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 3.** Singkapan Batuan Basalt dan Hasil Analisis Petrografi



Gambar 4. Singkapan Batuan Basalt dan Hasil Analisis Petrografi



Gambar 5. Peta Zona Alterasi Daerah Penelitian

Berdasarkan intensitas alterasi batuan telah mengalami alterasi kuat. Zona argilik lanjut biasanya dicirikan dengan dominan kehadiran mineral khususnya meliputi dickit, kaolinit, pirofilit, dan kuarsa dengan mineral tambahannya berupa: *diaspore*, *amorphous silica*, *sericite/illite*, *pyrite*, dan *hematite*. Zona alterasi argilik lanjut di lapangan diperlihatkan dengan warna kenampakan batuan putih kehijauan, putih kekuningan hingga kuning kecoklatan, dengan kekerasan cukup lunak, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil pengamatan mikroskopis (sayatan tipis) pada batuan memperlihatkan kenampakan warna abu-abu coklat yang telah mengalami ubahan (alterasi) dengan kehadiran mineral-mineral sekunder lempung, klorit, dan kaolinit. Berdasarkan dari himpunan dan kehadiran mineral sekunder yang relatif dominan, maka intensitas alterasi batuan telah mengalami alterasi yang cukup kuat.

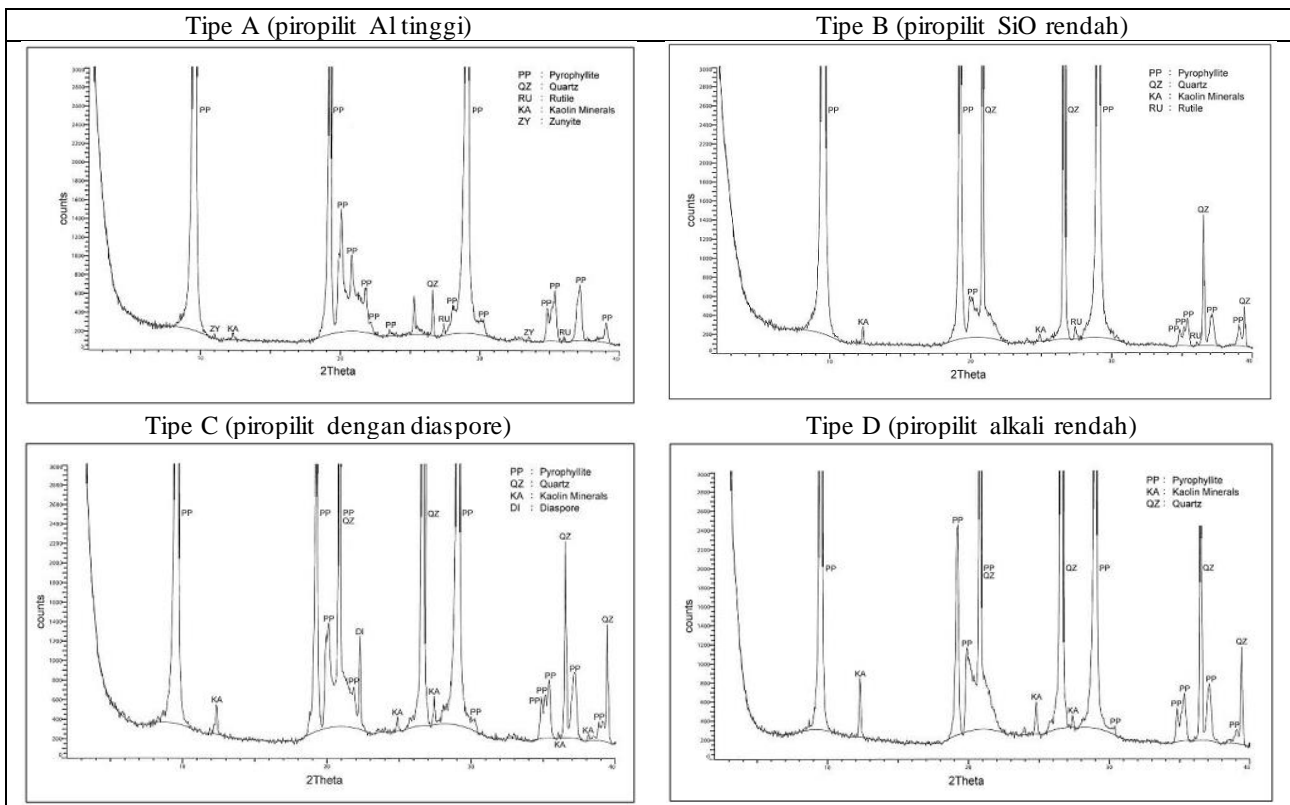
Mineral piropilit hadir di daerah penelitian sebagai mineral ubahan (alterasi), pada umumnya hadir berasosiasi dengan batuan yang teralterasi seperti pada batuan andesit, basalt, dasit, dan tuff. Kehadiran mineral piropilit ini sebagai ciri atau tanda sebagai zona alterasi argilik lanjut. Kehadiran mineral ini berasosiasi dengan mineral yang lain seperti kuarsa, adularia, serisit, dan mineral lempung lain seperti kaolinit, illite dan klorit sebagai mineral ubahan pada batuan andesit, basalt, dasit dan tuff yang telah teralterasi. Berdasarkan analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* pada sampel batuan dilokasi penelitian menunjukkan himpunan mineral kuarsa, piropilit, kaolin, diaspor, zunyite, dan rutile. Dari analisis tersebut mineral piropilit yang ada di daerah penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan dari alumina ( $Al_2O_3$ ), kuarsa ( $SiO_2$ ) dan rasio



(perbandingan) antara alumina ( $Al_2O_3$ ) dan kuarsa ( $SiO_2$ ). Dari 5 sampel yang di analisis masing-masing sampel di ambil dari batuan yang telah teralterasi, khususnya di zona alterasi argilik lanjut. Berdasarkan analisis kandungan alumina dan kuarsa terdapat 4 (empat) tipe mineral piropilit di daerah penelitian ditunjukkan pada Tabel 2, yaitu Tipe A piropilit alumina tinggi, Tipe B piropilit silika rendah, Tipe C piropilit silika tinggi dengan diaspore, dan Tipe D piropilit dengan alkali rendah.

**Tabel 2.** Hasil Analisis XRD pada Sampel Batuan Alterasi yang Mengandung Mineral Piropilit

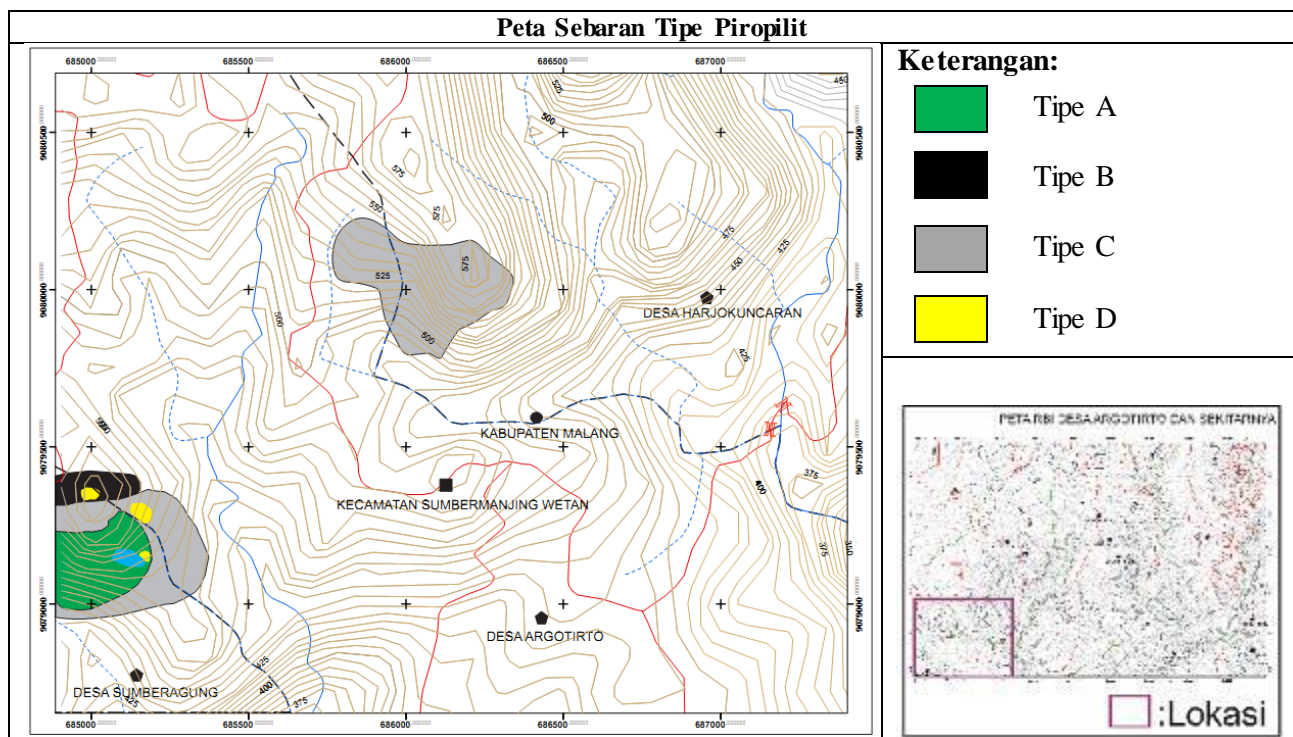
Unsur	Type A	Type B	Type C	Type D	
	Alumina tinggi	Silika rendah	Silika tinggi dengan diaspore	Alkali rendah	
SiO <sub>2</sub>	64,37	73,59	78,67	82,40	80,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,07	20,25	16,78	14,13	14,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
TiO <sub>2</sub>	1,47	1,01	0,65	0,31	1,01
CaO	0,03	0,12	0,04	0,03	0,03
MgO	0,13	0,10	0,06	0,07	0,07
K <sub>2</sub> O	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,22	0,12	0,11	0,09	0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,22	0,06	0,04	0,16
SO <sub>3</sub> (ppm)	10	1920	220	30	480
Cl(ppm)	0	30	20	0	610



**Gambar 6.** Hasil Analisis XRD (X-Ray Diffraction) dari Sampel Batuan yang Mengandung Mineral Piropilit

- Tipe A Piropilit-alumina tinggi memiliki kandungan alumina yang tinggi Alumina ( $Al_2O_3$ ) lebih dari 28%. Pada tipe ini dijumpai juga mineral kuarsa, rutile, zunyite, dan mineral kaolin. Piropilit tipe ini memiliki penyebaran sekitar 552,23 m<sup>2</sup> yang di jumpai dibagian barat daya daerah penelitian.
- Tipe B Piropilit-silika rendah dengan kandungan alumina kurang lebih 20%. Perbandingan (rasio) silika ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ) (*silica module*/SM) adalah 3,6. Pada tipe ini selain mineral piropilit dijumpai juga mineral kuarsa, rutil, dan mineral kaolin. Tipe ini memiliki penyebaran sekitar 155,9 m<sup>2</sup>.

- Tipe C Piropilit-silika tinggi dengan mineral diaspore kandungan alumina ( $Al_2O_3$ ) kurang lebih 16%. Perbandingan (rasio) silika ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ) (*silica module/SM*) adalah 4,7. Pada tipe ini selain mineral piropilit dijumpai juga mineral kuarsa, diaspore, rutil, dan mineral kaolin. Tipe ini memiliki penyebaran sekitar 2144 m<sup>2</sup>.
- Tipe D piropilit-alkali rendah dengan kandungan alumina ( $Al_2O_3$ ) kurang lebih 14%. Perbandingan (rasio) silika ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ) (*silica module/SM*) adalah 5,8. Tipe ini rata-rata nilai kalium ( $K_2O$ ) di bawah 0,05% yaitu 0,02 atau di bawah rata-rata tipe piropilit yang sebelumnya, atau juga bisa dikatakan tipe ini dengan sebutan piropilit silika tinggi dan alkali rendah. Pada tipe ini selain mineral piropilit dijumpai juga mineral kuarsa, rutil, dan mineral kaolin. Tipe ini memiliki penyebaran sekitar 2144 m<sup>2</sup>. Penyebaran masing-masing tipe piropilit di daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Sebaran Tipe Piropilit di Daerah Penelitian

## PENUTUP

### Simpulan dan Saran

Geomorfologi daerah penelitian tersusun oleh satuan perbukitan struktural (S1) bergelombang sedang hingga kuat. Litologi tersusun atas 4 satuan, satuan batuan andesit, satuan tuff, satuan batupasir dan satuan batugamping. Satuan batuan andesit dan tuff sudah teralterasi sedang hingga kuat. Alterasi di daerah penelitian berdasarkan himpunan mineralnya dibagi menjadi alterasi propilitik dan argilik lanjut. Di daerah penelitian terdapat 4 (empat) tipe mineral piropilit Tipe A piropilit alumina tinggi, Tipe B piropilit silika rendah, Tipe C piropilit silika tinggi dengan diaspore, dan Tipe D piropilit dengan alkali rendah

Berdasarkan temuan penelitian ini, dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui potensi pemanfaatan dari tipe-tipe mineral piropilit yang ada untuk industri.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapka kepada pemerintah daerah Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang yang telah mengizinkan untuk mengambil data penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdrakhimova, E S. 2010. "Physicochemical Studies of Pyrophyllite of the Nikol'sk Deposit." *Refractories and Industrial Ceramics* 51 (1): 6–8. <https://doi.org/10.1007/s11148-010-9244-2>.
- Arifin, L., Susilohadi, D. Setiady, I. R. Silalahi, N. A. Kristianto, P. Rahardjo, and C. Purwanto. 2021. "Struktur Geologi Selat Madura Jawa Timur." *JURNAL GEOLOGI KELAUTAN* 19 (2): 50–60. <https://doi.org/10.32693/jgk.19.2.2021.737>.
- Bemmelen, R. W. Van. 1949. *The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. Government Printing Office, The Hague*. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8447558>.
- Bentayeb, A, M Amouric, J Olives, A Dekayir, and A Nadiri. 2003. "XRD and HRTEM Characterization of Pyrophyllite from Morocco and Its Possible Applications." *Applied Clay Science* 22 (5): 211–21. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(03\)00066-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-1317(03)00066-8).
- Das, B., and J.K. Mohanty. 2009. "Mineralogical Characterization and Beneficiation Studies of Pyrophyllite from Orissa, India." *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* 08 (04): 329–38. <https://doi.org/10.4236/jmmce.2009.84029>.
- Jeong, Yeongmi, Sanghyup Lee, Seungkwon Hong, and Chanhyuk Park. 2017. "Preparation, Characterization and Application of Low-Cost Pyrophyllite-Alumina Composite Ceramic Membranes for Treating Low-Strength Domestic Wastewater." *Journal of Membrane Science* 536: 108–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.04.068>.
- Lee, Hoon, and Wantae Kim. 2018. "Ball Mill Grinding Characteristics with Respect to the Chemical Composition of Pyrophyllite." *Materials Transactions* 59 (11): 1805–10. <https://doi.org/10.2320/matertrans.M2018157>.
- Mutrofin, Siti, T Setyaningsih, Dan Susiloz, Kebijakan Pemerintah, Propinsi Tingkat, Jawa Timur, and Di Sektor. 2006. "KARAKTERISASI MINERAL PIROPILIT DARI SUMBERMANJING MALANG SELATAN." *Natural FMIPA UB*, January. [https://www.researchgate.net/publication/305737100\\_KARAKTERISASI\\_MINERAL\\_PIROPILIT\\_DARI\\_SUMBERMANJING\\_MALANG\\_SELATAN](https://www.researchgate.net/publication/305737100_KARAKTERISASI_MINERAL_PIROPILIT_DARI_SUMBERMANJING_MALANG_SELATAN).
- Res, Mineral, Ali Uygun, and Enis Solako. 2002. "Geology AnOrigin of the Pyrophyllite -Deposits in the Pütürge Massif (Malatya - Eastern Turkey)." *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 123 (124): 13–19.
- Smyth, Helen, R Hall, Joseph Hamilton, and P Kinny. 2003. "Volcanic Origin of Quartz-Rich Sediments in East Java." *Proc. 29th Ann. Conv. Indonesian Petroleum Ass.*, January, 541–59.
- Sujanto, R. Hadisantono, Kusnama, R. Chaniago, R. Baharuddin. 1992. "Peta Geologi Lembar Turen, Jawa." Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Surono. 2009. "Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Jawa Tengah." *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral* 19 (3): 209–21.
- Tyas, Sari Dewi Cahyaning, and Siti Tjahjani. 2011. "Pemanfaatan Piropilit Sebelum Dan Sesudah Aktivasi Sebagai Adsorben Pada Proses Penurunan Bilangan Peroksida Dan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah (the Utilization of Pyrophilite Before and After Activation as an Adsorbent on Decreased Level Process)." *Jurnal Manusia Dan Lingkungan* 18 (3): 184–90.
- Yuwanto, Sapto Heru, and Muhammad Ridwan. 2017. "Studi Zona Alterasi Daerah Argotirto Dan Sekitarnya, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V 2017, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 25–32.
- Yuwanto, Sapto Heru, and Lia Solichah. 2015. "Studi Alterasi Dan Mineralisasi Daerah Tambakasri Dan Sekitarnya , Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten." In *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 519–26.