

# PEMETAAN TINJAU DAERAH ALTERASI PADA SISTEM VEIN - EPITHERMAL

Studi Kasus : Daerah Sengon dan sekitarnya, Kec.Tugu, Kab. Trenggalek – Jawa Timur.

Oleh

Bambang Sunarwan

## *Abstrak*

Pengendapan mineral bijih merupakan proses *hidrotermal – magmatic* dan dipengaruhi oleh perbedaan urutan pembentukan, kedalaman pembentukan, jenis magma asal pembentuk batuan terobosan (*intrusi*) dan batuan sampling (*host rock*) serta komposisi larutan magma pengubah batuan asal itu sendiri.

Karakteristik dan kelimpahan mineral hasil alterasi hidrotermal terbentuk akibat reaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan sampling dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yakni : temperatur, komposisi fluida (terutama pH), kondisi permeabilitas batuan dan proses pendidihan.

Mineral alterasi non lempung daerah kajian dapat diklasifikasikan menjadi lima kelompok besar yakni : silika, kalk - silikat, karbonat, oksida besi dan sulfida. Pada alterasi mineral lempung, diketahui merupakan mineral *hydrated alumino-silicate*, memiliki struktur yang peka terhadap temperatur pembentukan dan lingkungan kimiawi (Harve, 1999). Analisa terhadap mineral lempung dari contoh batuan, digunakan untuk menentukan nilai temperatur pembentukan (indikator) dan gradient termal. Dari analisa PIMA dan XRD. mineral lempung yang muncul di daerah kajian terdiri dari group klorit, kaolin, illit, monmorilonit serta mineral lempung lain (gypsum dan jarosit).

Kumpulan, himpunan dan asosiasi mineral hasil ubahan dapat mencerminkan kondisi lingkungan, pH dan suhu (Browne, 1977; Hayashi, 1973; hedenquist, 1988). Zona alterasi daerah kajian terdiri atas empat zona yang merupakan kumpulan mineral ubahan, disesuaikan dengan hasil analisa PIMA, XRD dan pengamatan mineralogy contoh batuan alterasi, kisaran temperatur, pH dan kesebandingan zona alterasi kemudian zonasi alterasi ditentukan berdasarkan ketentuan yang dibuat oleh Kingston – Morrison dan Cobert & Leach, 1996)

Kata-kata kunci : *intrusi, hydrothermal – magmatic, host rock, eksplorasi, magma, fracture, cavity filling, replacement, zona mineralisasi, alterasi, disspotted, .*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Pengertian Dasar

Secara mendasar pengendapan mineral bijih merupakan proses *hidrotermal – magmatic* dan dipengaruhi oleh perbedaan urutan pembentukan, kedalaman pembentukan, jenis magma asal pembentuk batuan terobosan (*intrusi*) dan batuan sampling (*host rock*) serta komposisi larutan magma pengubah itu sendiri.

Tujuan studi adalah untuk mengetahui besar sumber sisa larutan magma yang menyebabkan alterasi dan mineralisasi termasuk gambaran tipe dan posiai elevasi/sebaran zona mineralisasi kawasan, sehingga dapat diketahui hal ihwal terkait dengan potensi dan metoda eksplorasi yang dapat dilakukan lebih lanjut.

Daerah studi dimaksud memiliki luasan kurang lebih 1.800 Ha, berada di wilayah administratif Kecamatan Tugu, Kabupaten Trenggalek, Propinsi Jawa Timur, atau pada 111°39'40" BT. sampai 111°42" BT. dan 7°57'20" LS. sampai 7°59'30" LS.

### 1.2 Alterasi Epitermal (Vein System)

Proses alterasi di daerah penelitian memiliki 2 (dua) tipe yakni : tipe pengendapan langsung (*direct deposition*) dan tipe penggantian (*replacement*).

Proses yang terjadi pada alterasi pengendapan langsung, diketahui dikontrol oleh permeabilitas

batuan diakibatkan kondisi fisik batuan banyak rekahan kuat deformasi, selanjutnya mineral hidrotermal diendapkan secara langsung pada rekahan tersebut (*fracture filling*). Mineral yang hadir untuk daerah kajian berupa kuarsa, kalsit dan pirit hadir sebagai mineral pengisi berbentuk urat (*vein*).

Pada tipe alterasi penggantian langsung (*replacement*) diketahui disebabkan oleh jenis batuan yang memiliki komposisi mineral primer tidak stabil di dalamnya, dan mineral-mineral tersebut memiliki kecenderungan dapat digantikan oleh mineral yang relative lebih stabil pada kondisi lingkungan yang baru. (Browne, 1995).

Kenampakan fisik akibat proses alterasi yang terjadi : pada sebagian batuan asal, ada seluruh mineral primer telah tergantikan oleh mineral silika, klorit, kaolinit, illit dan mineral lempung lainnya dan pada mineral piroksen dan hornblende digantikan sebagian atau seluruhnya oleh mineral lempung, klorit, kuarsa dan kalsit.

### 1.3 Intensitas Alterasi

Merupakan istilah untuk menyatakan seberapa luas permukaan mineral primer yang telah mengalami alterasi dan memiliki kuantitas terukur, misalnya menggunakan metoda *point counting* dari sayatan tipis (Browne, 1989). Intensitas alterasi dapat dinyatakan dengan indeks angka mulai dari 0 (segar) sampai satu (sangat kuat) seperti diketahui pada Tabel 1:

Tabel 1. Klasifikasi intensitas alterasi (Browne, 1989)

Indeks	Klasifikasi	Pemerian Sayatan Batuan
0.01 – 0.25	Lemah	Masa dasar/matriks atau fenokrist/butiran sebagian kecil ( $\leq 25\%$ luas permukaan) telah mengalami alterasi.
0.26 – 0.50	Sedang	Masa dasar/matriks atau fenokrist/butiran sebagian kecil [(26 -50)% luas permukaan] telah mengalami alterasi telah mengalami alterasi tetapi tekstur asal masih ada.
0.51 – 0.75	Kuat	Masa dasar/matriks atau fenokrist/butiran sebagian kecil [(51 -100) % luas permukaan ] telah mengalami alterasi, tetapi tekstur asal masih terlihat.
0.76 – 1.00	Sangat kuat	Masa dasar/matriks atau fenokrist/butiran sebagian kecil ( $\geq 75\%$ luas permukaan) telah mengalami alterasi sehingga mineral asal sulit ditentukan.

## 2. SATUAN BATUAN DAERAH TELITIAN

Satuan Batuan daerah telitian (Gambar.1 dan Gambar.2), dan berdasar stratigrafi Daerah Sengon dan sekitarnya, Kec.Tugu, Kab. Trenggalek – Jawa Timur. Dapat diketahui sebagaimana pada Tabel.2, dimana secara singkat diuraikan dari paling tua ke muda sebagai berikut :

### 2.1 Satuan Andesit Terpropilitkan (Formasi Mandalika)

Satuan Batuan yang diperkenalkan sebagai Formasi Mandalika memiliki lokasi tipe Pacitan (Sartono, 1964), dicirikan oleh andesit kelabu kehijauan, mengalami propilitisasi sehingga ada mineral ubahan berupa klorite, epidot dan karbonat yang lazim dikenal dengan propilit dan ada mineral penyerta berupa oksida besi yang menyebar pada satuan batuan tersebut.

Formasi Mandalika memiliki sebaran  $\pm 35\%$  daerah kajian (K.Beloran, K.Sumurup sampai batas selatan daerah kajian), menunjukkan umur pengendapan Oligosen Tengah sampai Miosen Tengah yang ditandai oleh hadirnya kandungan fosil foram kecil *Flosculina* sp, *Lepidocyclina* sp dan jenis ganggang *Halemida* (U.Hartono dkk., 1992). Secara stratigrafi merupakan satuan batuan tertua tersingkap di daerah kajian.

### 2.2 Satuan Batupasir Gunungapi (Formasi Jaten).

Satuan Batupasir Gunungapi di daerah kajian sesuai dengan Formasi Jaten yang memiliki lokasi tipe di Desa Jaten – Punung Utara, Pacitan (Sartono, 1964), tersusun oleh batupasir, tuf, sisipan batulanau berkarbon dan batugamping. Secara umum berwarna abu-abu dengan kisaran ketebalan perlapisan 10cm s/d 1.0 meter, memiliki pelamparan utara – selatan atau dengan kedudukan  $N80^{\circ}E - N90^{\circ}E$  dengan kisaran kemiringan  $30^{\circ} - 40^{\circ}$ .

Formasi Jaten daerah kajian diperkirakan mencapai ketebalan  $> 300$  m dan menempati  $\pm 50\%$  luasan daerah . Berdasar kumpulan fosil *Lepidocyclina* sp. Moluska dan ganggang yang dijumpai pada sisipan batugamping diketahui diendapkan pada Miosen Awal sampai Akhir Miosen Awal. Dan berada tidak selaras di atas **Formasi Mandalika**.

### 2.3 Satuan Batuan Batugamping (Formasi Wonosari)

Satuan Batuan Batugamping yang dicirikan oleh batugamping kalkarenit dan batugamping kristalin sering dikenal dengan Formasi Wonosari dan diketahui memiliki lokasi tipe di daerah Wonosari. (Sartono, 1964).

Secara umum memiliki ciri warna kelabu kekuningan, berlapis, dengan kisaran ketebalan 25 cm s/d 1 meter, tersusun oleh kepingan karbonat dan pecahan koral, mengandung foraminifera dan cangkang moluska.

Berdasarkan fosil diketahui terendapkan pada Akhir Miosen Awal sampai Miosen Tengah, dan berada selaras di atas Formasi Jaten., sementara di tempat lain diketahui menjemari dengan satuan batuan Breksi yang dikenal dengan Formasi Wuni.

## 2.4 Satuan Batuan Intrusi (Andesit dan Mikrodiorit)

Batuan andesit secara umum berwarna kelabu, ukuran butir halus sampai sedang, porfiritik, banyak mineral hornblende dan piroksen, memiliki masadasar plagioklas. Singkapannya dijumpai di K.Beloran dan Desa Pojok dan secara stratigrafi - geologi memiliki mulajadi menerobos Satuan Batuan Formasi Mandalika dan Formasi Jaten yang lebih tua, serta ditafsirkan berumur Miosen Awal.

Tabel 2. Stratigrafi Daerah Sengon dan sekitarnya, Kec.Tugu, Kab.Trenggalek – Jawa Timur

UMUR		SATUAN BATUAN		Stratigrafi (Pemerian Daerah Kajian)		
K U A R T E R	HOLOSEN	Alluvial				
	PLISTOSEN	BATUAN.GN.API KUARTER. [G.Wilis (3morfo set)]		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sat.lava andesit</li> <li>▪ Sat.Aglomerat</li> <li>▪ Sat. Breksi Gnapi</li> </ul>		
	PLIOSEN					
T E R S I E R	M I O S E N	Akhir	F.WONOSARI F. WUNI/	I n t r u s i - A n d s i t	S T O C K - D I K E	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bt.gamping hablur</li> <li>▪ Kalkarenit dng.kepingan koral</li> <li>▪ Bt.gamping koral</li> </ul>
		Tengah	F.JATEN			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sat. Batupasir</li> <li>▪ Sat. Tufabreksi</li> <li>▪ Sat.Batulanau berkarbon</li> </ul>
		Awal				
	OLIGOSEN	F. MANDALIKA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sat. Batugamping (lensa)</li> <li>▪ Sat.Andesit, dasit(lava)</li> <li>▪ Sat.Breksi Vulkanik yang umumnya terubah terpropilitik, silisik.</li> </ul>			

Sumber : 1) Peta Geologi Regional lembar Madiun Oleh U.Hartono, Baharudin , K.Brata dan E.haryono, P3.G Bandung, 1992 dan  
2) Stratigrafi Daerah Sengon, Kec. Tugu – Trenggalek, Oleh Purwanto, Geologi - Unpak, 2003.

## 3. MINERAL ALTERASI HIDROTERMAL (EPITERMAL).

Karakteristik dan kelimpahan mineral hasil alterasi hidrotermal terbentuk akibat reaksi antara larutan hidrortermal dengan batuan

samping dan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yakni : temperatur, komposisi fluida (terutama pH), permeabilitas batuan dan proses pendidihan yang terjadi. Untuk daerah kajian mineral alterasi yang terbentuk diketahui sebagai berikut :

### 3.1 Mineral Alterasi Hidrotermal Non – lempung.

Mineral alterasi non lempung dapat diklasifikasi menjadi lima kelompok besar yakni : silika, kalk - silikat, karbonat, oksida besi dan sulfida.

- 1) **Silika (SiO<sub>2</sub>)**, hadir sebagai kalsedon dan kuarsa, hadir sebagai mineral pengisi rekahan dan mineral pengganti (replacement mineral) yang berasosiasi dengan kalsit, pirit, mineral lempung dan klorit. Sebagian kuarsa yang hadir sebagai mineral pengganti dari fenokrist plagioklas dan piroksen. kalsedon stabil pada temperature 120<sup>0</sup> C - 180<sup>0</sup>C. (Kingston Morrison, 2000).
- 2) **Kalk- Silikat [Ca<sub>2</sub>(Al,Fe)<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(OH)]**, di daerah penelitian adalah berupa epidot yang kehadirannya agak jarang. Pada kondisi suhu relatif rendah (150<sup>0</sup> C – 200<sup>0</sup>C) epidot hadir sebagai butiran halus dan miskin Kristal (Reyes, 1990 dalam Kingston Morrison, 2000), dan diketahui berasosiasi dengan kuarsa, klorit dan pirit dalam satu zona alterasi.
- 3) **Karbonat (CaCO<sub>3</sub>)**, kehadirannya sebagai mineral kalsit mengisi urat atau menggantikan mineral primer, sering muncul menggantikan mineral plagioklas, piroksen yang berasosiasi dengan klorit dan mineral lempung. Kalsit stabil pada temperature < 220<sup>0</sup>C (Friedman&O'Neil, 1977).
- 4) **Oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**, hadir berupa hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), dengan kelimpahan sedikit untuk daerah kajian, memiliki cirri yang mudah dibedakan dengan sulfide pirit ataupun terhadap logam dasar. Oksida besi berupa agregat berwarna coklat kemerahan pada pengamatan megaskopis. Heatit muncul pada batu andesit yang mengalami perubahan akibat proses alterasi.
- 5) **Sulfida [(FeS<sub>2</sub>), (Zn,Fe)S]**; untuk pirit (FeS<sub>2</sub>) hadir sebagai butiran halus berwarna kuning pucat yang tersebar merata di dalam

masa dasar di sekitar rekahan, hadir tersebar merata baik di dalam fragmen maupun masa dasar dengan ukuran diameter butir halus sampai 2 mm dan terkadang memperlihatkan bentuk dengan tekstur suturisasi pada permukaan kristalnya. Pirit sebagian lagi mengelompok (spotted) pada masa dasar yang umumnya hadir sebagai mineral pengganti dan sebagian sebagai mineral pengganti dalam rekahan. Selain pirit mineral sulfide laian adalah kalkopirit dan sphalerit [(Zn,Fe)S], yang umumnya hadir berasosiasi dengan urat kuarsa dan kalsedon.

### 3.2 Mineral Alterasi Hidrotermal Lempung

Mineral lempung merupakan mineral *hydrated alumino-silicate*, memiliki struktur yang peka terhadap temperatur pembentukan dan lingkungan kimiawi (Harve, 1999). Jenis lempung di daerah kajian ditentukan berdasarkan analisa PIMA dan XRD, dan yang muncul terdiri dari group klorit, kaolin, illit, monmorilonit serta mineral lempung lain (gypsum dan jarosit), yang diuraikan sebagai berikut :

- 1) **Group Klorit, [(Mg,Fe)<sub>6</sub>(AlSi)O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>]n**, stabil pada suhu lebih tinggi dari 110<sup>0</sup>C, secara megaskopis berupa agregat berwarna abu-abu kehijauan. Kehadirannya di daerah kajian sangat berlimpah, diketahui sering berasosiasi atau saling berselingan dengan jenis mineral lempung yang lain diantaranya montmorilonit, paragonit, dengan kalsit, pyirit dan epidot dan pada umumnya berbutir halus.
- 2) **Group Kaolin [(Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>]n, dickite (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>SiO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O) dan micrite (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>SiO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O)**, banyak ditemukan dan berasosiasi dengan pirit, kalsit dan kuarsa. Kaolinit terbentuk pada temperatur rendah atau sekitar < 150<sup>0</sup>C – 200<sup>0</sup>C (Leach et al,

1985 dalam Kingston Morrison, 2000) dan pada kedalaman dangkal. Dickite merupakan batas transisi antara kondisi dangkal dengan temperatur rendah dan kondisi lebih dalam dengan temperature lebih tinggi. Mineral ini stabil pada suhu 200°C – 250°C. (Leach et al, 1985). Diasper berasosiasi dengan group kaolinit, memberikan indikasi adanya kondisi asam atau proses leaching yang kuat. (Leach et al, 1985).

- 3) **Group Illit (hidromuskovit) -  $[KAl_2(OH)_2 AlSi_3(O,OH)_{10}]$** , hadir berupa illit dan paragonit. berasosiasi dengan pirit, kalsit dan kuarsa. Illite mempunyai kisaran temperatur 200°C – 250°C (Steiner, 1977; Harvey & Browne, 1991).
- 4) **Group Monmorilonit  $[(Mg, Ca, O) Al_2O_3 \cdot 5 SiO_2 \cdot n H_2O]$** , di daerah kajian berasosiasi dengan klorit, kalsit dan paragonit. Montmorilonit stabil pada kisaran suhu 150°C – 200°C [(Savin & Epstein, 1970a), (O,Neil & Karaka, 1976)].
- 5) **Mineral Lempung lain, Gypsum  $(CaSO_4 \cdot H_2O)$** , merupakan mineral sulfat yang secara megaskopis dicirikan oleh warna putih, berserat, lunak (1.5 – 2), berasosiasi dengan illit. Gypsum terbentuk pada suhu 100°C – 150°C (Harvey et al, 1983), dimana mineral lempung lain yang sering hadir adalah jarosit, merupakan hasil pelapukan dari sulfida besi, di daerah kajian sering berasosiasi dengan dickit, kaolinit dan nackrit.

#### 4. ZONASI MINERAL ALTERASI

##### 4.1 Zonasi Mineral Alterasi Daerah Sengon.

Kumpulan, himpunan dan asosiasi mineral hasil ubahan dapat mencerminkan kondisi lingkungan, pH dan suhu (Browne, 1977; Hayashi, 1973; Hedenquist, 1988). Zona alterasi daerah kajian

terdiri atas empat zona yang merupakan kumpulan mineral ubahan, sesuai hasil analisa PIMA, XRD dan pengamatan mineralogiconth batuan alterasi, kisaran temperatur, pH. Selanjutnya kesebandingan zona alterasi ditentukan berdasarkan ketentuan yang dibuat oleh Kingston – Morrison dan Cobert & Leach, 1996). Ke empat zona tersebut dijelaskan sebagai berikut :

##### 1) **Zona Klorit – Monmorilonit – Kalsit – Epidot (Propilit).**

Merupakan zona ubahan paling luar, mengubah satuan lava andesit (Formasi Mandalika) dan satuan Batupasir sisipan Batulanau (bagian awal Formasi Jaten) yang menempati hampir 70% daerah kajian, dicirikan oleh warna abu-abu kehijauan, batuan berubah bersifat rapuh dan sebagian keras dengan intensitas alterasi indeks lemah-kuat (0.1-0.75).

Pengamatan megaskopis, batuan asal telah terpropilitkan dengan mineral ubahan sebagian besar berupa klorit (20%), mineral lempung (20%), epidot (5%), dan pirit (5%). Melalui analisa PIMA, mineral lempung terdiri atas klorit juga terdiri dari monmorilonit dan paragonit.

Selain itu juga hadir mineral berupa urat kuarsa dan kalsit yang hadir sebagai pengisi rekahan dengan orientasi kedudukan N350°E/75°, dengan tebal 1cm – 5 cm. Pirit hadir tersebar (*disseminated*) cukup melimpah  $\pm$  5%, sebagian mengelompok (*spotted*) dan mengalami oksidasi.

Dari kisaran temperatur pembentukan zona ini adalah pada suhu 130°C – 200°C, dapat dibandingkan dengan subpropilitik (Corbett dan Leach, 1996), mempunyai kisaran pH netral atau sekitar 5 – 6 (Leach dan Muchemi, 1987)..

## 2) Zona Silika – Kuarsa – Kalsedon (silifikasi).

Zona ini tersingkap di sekitar Ds. Sengon, bagian selatan zona urat kuarsa dan di puncak G.Gede (utara Sengon), dicirikan oleh warna abu-abu kecoklatan sampai abu-abu kekuningan, massif dengan tingkat alterasi sangat kuat (> 75%). Penyebarannya relatif searah dengan zona urat kuarsa (N355°E/70°).

Mineral ubahan sebagian besar adalah kuarsa, kalsedon dengan urat kuarsa (veinlet). Pirit hadir di beberapa tempat (*disemineted*) ± 2% sebagian mengelompok (*spotted*) ± 5% . Zona silifikasi ini teramati sebagai (“silica cap”) dari urat kuarsa yang ada di daerah kajian. Pada urat kuarsa sendiri teramati struktur *banded*, *vughy* dan tekstur dominan adalah *breccia* sebagian kecil massif.

Berdasarkan kenampakan tersebut ditafsirkan tipe alterasi adalah epitermal sulfide rendah (White dan Hedenquist, 1995). Selain itu juga terdapat urat-urat (*veinlets*) kuarsa dan kalsit yang mengisi zona ubahan ini. Zona ini mempunyai kisaran pH 4 - 5 (Corbertt dan Leach, 1996) yang relative sama dengan zona illite - kuarsa – kalsit (**zona argilit**).

### 4.2 Alterasi dan Mineralisasi Logam.

Batuan asal sebelum mengalami proses alterasi di daerah Sengon adalah andesit (Formasi Mandalika) yang mengandung mineral sulfida (mineral logam sulfida). Dengan terjadinya proses alterasi oleh larutan hidrotermal (sisa larutan magma) maka akan terjadi pengendapan dan penggantian atau perubahan terhadap mineral yang tersusun oleh unsur tidak stabil sehingga dimungkinkan terjadi proses pengkayaan unsur logam.

Dalam usaha eksplorasi logam mulia khususnya emas , batuan alterasi menjadi faktor penting

untuk melakukan kajian seberapa besar potensi mineralisasi yang terjadi di suatu kawasan. Dengan mempelajari alterasi yang tersingkap di permukaan , struktur maupun tekstur urat kuarsa atau zona kuarsa termasuk kandungan sulfidanya ditambah analisis inklusi fluida akan dapat dipergunakan untuk data menafsirkan posisi elevasi/kedudukan mineralisasi emas epitermal sesuai ditunjukkan dalam model (Gambar 3) penampang model Epitermal (Buchanan, 1982).

### 4.3 Metoda dan Evaluasi Cadangan

Metoda analisa yang digunakan pada contoh batuan alterasi adalah XRD atau PIMA, untuk mengetahui jenis mineral lempung, sedang untuk contoh batuan pada mineralisasi berupa zona atau urat kuarsa maka digunakan metoda aqua regia/AAS (metoda GG 329), unsur Au dan Ag dengan deteksi limit 0.02 ppm sedangkan untuk unsur Cu, Pb dan Zn dilakukan dengan metoda AAS (metoda GA 101) dengan deteksi limit 5 ppm.

Hasil analisa dari batuan alterasi dikelompokkan menjadi 3 zona yaitu; propilit, argilit dan silisifikasi, kemudian dilakukan plotting dan dikorelasikan untuk mendapatkan bentuk sebaran dari tiap jenis alterasi (Gambar.4).

Sedangkan hasil analisa contoh batuan termineralisasi, bila dalam satu zona urat diambil lebih dari satu, maka dilakukan perhitungan rata-rata dengan menggunakan rumus :

$$X = \frac{\sum K x T}{\sum T}$$

Dimana : X = kadar rata-rata

K = kadar unsur Au

T = tebal pengambilan satu contoh.

Kadar rata-rata yang telah dihitung, di plot pada peta sebaran urat kuarsa dan pada penampang (*longitudinal section*) untuk merencanakan pemboran maupun melakukan perhitungan sumberdaya mineral yang memiliki potensi dilakukan eksplorasi lanjutan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- 1) Stratigrafi - geologi daerah Sengon dan sekitarnya diketahui memiliki urutan dari tua ke muda dimulai dari Satuan Andesit Lava (Formasi Mandalika), tidak selaras di atasnya ditutupi oleh Satuan Batupasir sisipan Batulanau dan Tuf (Formasi Jaten) selanjutnya selaras di atasnya ditutupi oleh Satuan Breksi Gunungapi Sisipan Tuf Lapilli (Formasi Wuni) yang menjemri dengan Satuan Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin (Formasi Wonosari) . Selanjutnya mengalami penerobosan oleh Satuan Batuan Andesit yang kemudian ditutupi oleh Satuan Batuan Vulkanik Muda hasil erupsi G. Wilis.yang megalasi endapan alluvial.
- 2) Satuan batuan yang mengalami alterasi dan mineralisasi pada urat kuarsa adalah satuan batuan Formasi Mandalika dan bagian bawah Formasi Jaten, yang menunjukkan sebaran dari utara ke selatan pada bagian tengah Daerah Sengon.
- 3) Dari data analisa contoh yang masih memiliki kadar base metal rendah, singkapan argilik cukup lebar pada hanging wal meupun foot wall dari zona mineralisasi (urat kuarsa) diharapkan elevasi mineralisasi yang muncul masih merupakan zona bagian atas. (di atas Precious metal). Sehingga dapat diharapkan zona mineralisasi yang kaya emas (Precious metal) masih berada di bawah permukaan dan belum tererosi. Masih cukup potensial memiliki kandungan logam emas.

- 4) Dari jenis alterasi struktur urat kuarsa yang tersingkap, memperlihatkan mineralisasi yang berkembang adalah tipe vein epitermal (*epithermal vein system*)

### 5.2 Saran

Berdasar evaluasi geologi, alterasi dan mineralisasi yang berkembang di daerah kajian disarankan untuk dilakukan penelitian geologi lebih lanjut, termasuk melakukan pengukuran geofisika IP (Induksi polarisasi), magnet dan dilengkapi dengan pemboran inti.

Tindak lanjut atas saran tersebut akan digunakan untuk memastikan potensi sumberdaya mineralisasi (emas) secara tiga dimensi . Sehingga diketahui sebaran dan kadar mineralisasi secara lebih detail.

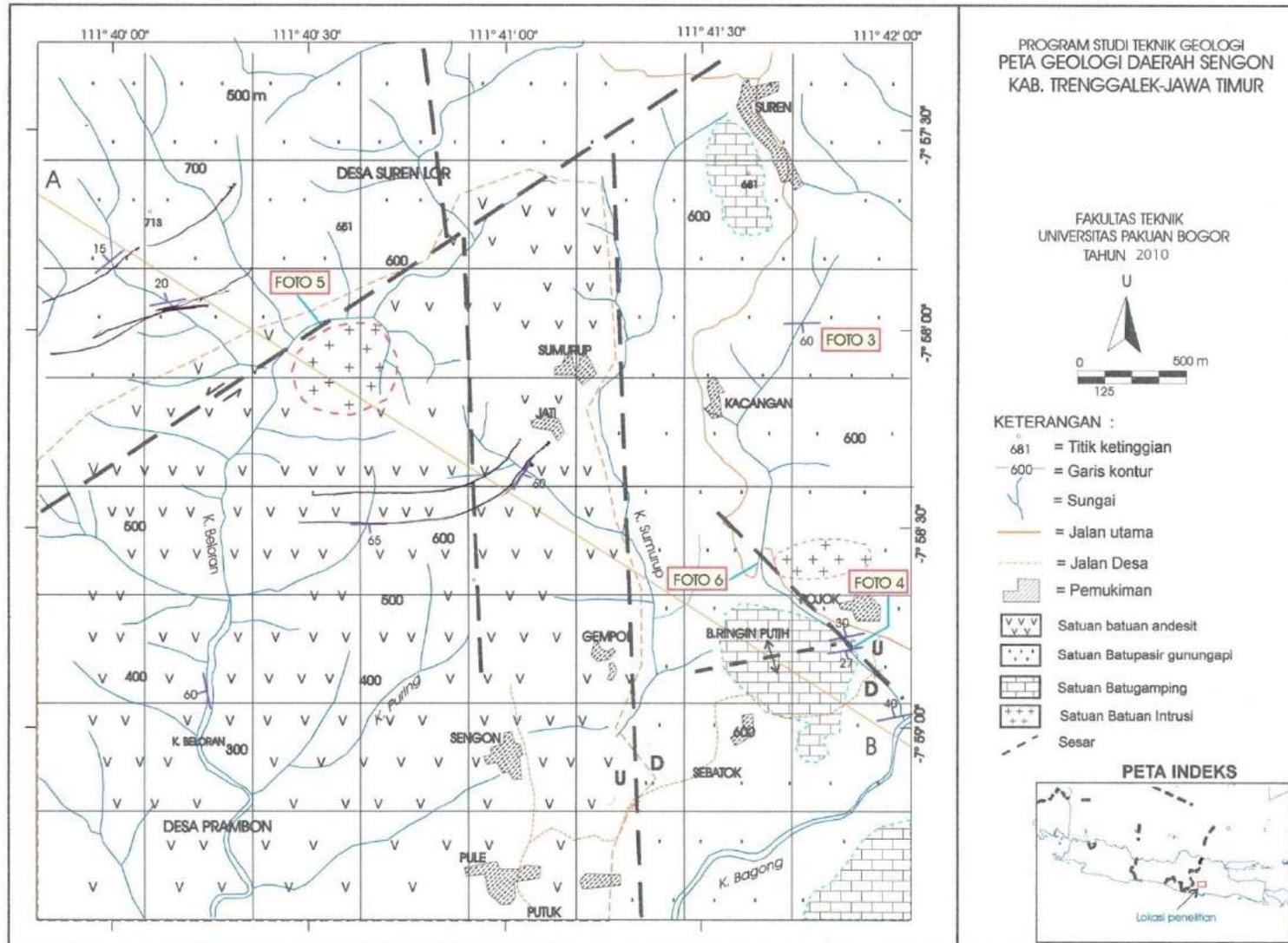
## PUSTAKA

- 1) Bemmelen, R.W.van; 1949, *The Geology of Indonesia*, The Haque Martinus Nijhoff, vol.IA, Netherlands.
- 2) Browne P.R.L, 1991, *Hydrothermal Alteration and Geothermal System*, Lecture Handout, The University of Auckland.
- 3) Corbert, Greg J, and leach, tery M, 1996 *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems : Structure, Alteration and Mineralization*, Society of Economic Geology, Kansas City.
- 4) Fourier, R.O, 1994, *Water Geothermometers applied to Geothermal Energy*, United nations Institute for Training and Research, New York and UNITAR/UNDP centre and Small Energy Resources. Italy.
- 5) Harvey, C.C, 1999, *The Aplication of Clay Mineralogy to Exploration and Development of Hydrothermal Resources*,

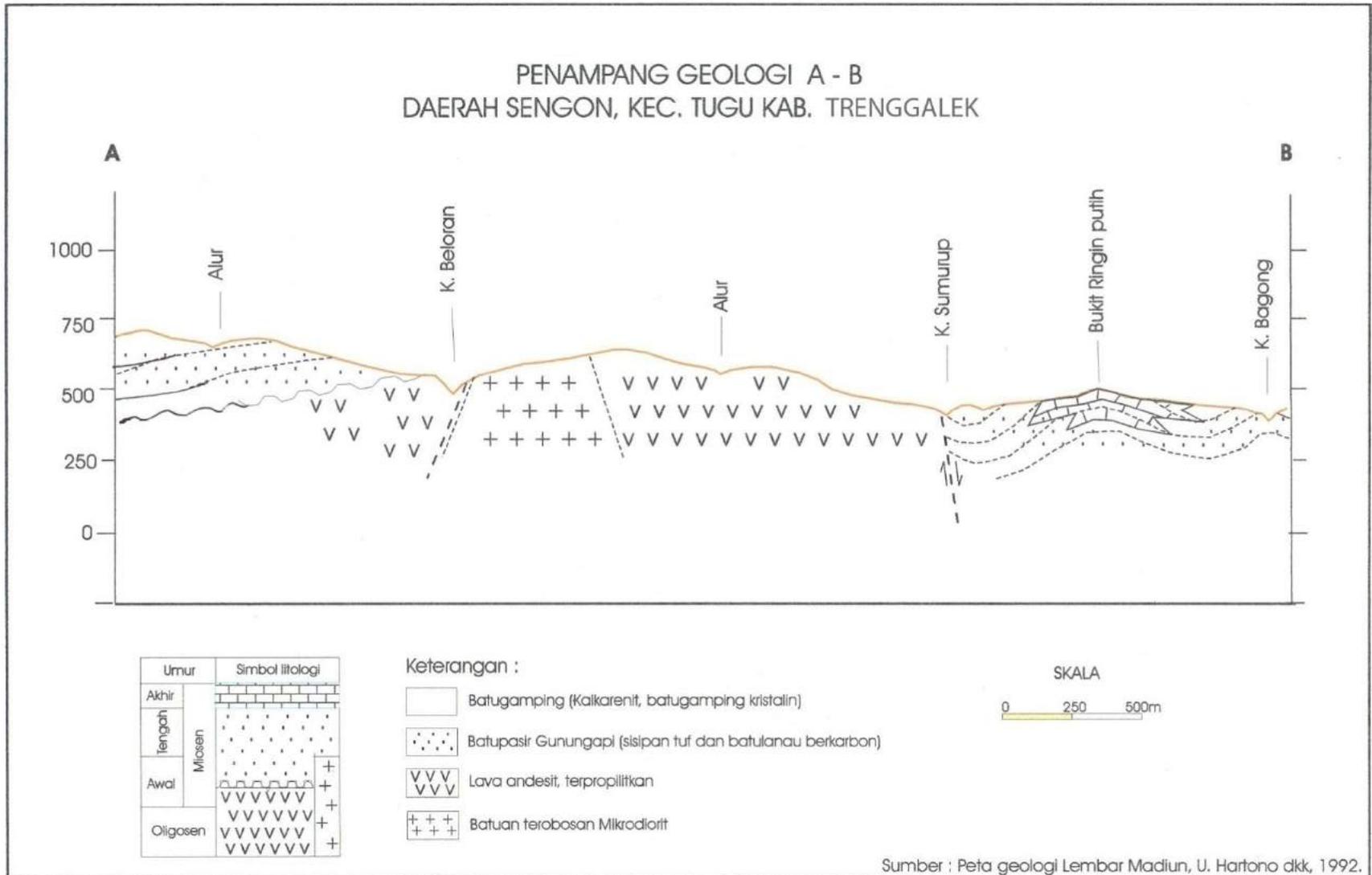
- Lecture Handout, Geothermal Institut, The University of Auckland.
- 6) Purwanto, 2003, Alterasi pada system Vein Epitermal Daerah Sengon, Kec.Tugu – Trenggalek, Tugas Akhir Sarjana, Tidak publikasi, Teknik Geologi - UNPAK.
  - 7) Reyes, Agnes, G, 1990, Petrology of Philippine Geothermal System and The Application of Alteration Mineralogy to Their Assesment. Journal of Vulcanology and Geothermal Research, 279 – 309.
  - 8) Taylor, R.G, 1992, Ore Texture, volume 2, Alteration, James Cook university of north Queensland Australia.
  - 9) U.Hartono, Baharudin , K.Brata dan E.haryono, 1992 : Peta Geologi lembar Madiun, skala 1 : 100.000, P3G. Bandung.
  - 10) White, D.E, Muffler, L.J.P and Truusted, H.A, 1971, Vapor-Dominated Hydrothermal System Compare With Hot – Water Systems, Economic geology.
  - 11) Yang, K., Browne, P.R.L, Huntington nd Wasshe, J>L, 2001, Characteristing The Hydrothermal Alteration of the Broadlands, Ohaaki Geothermal System, new Zealand, Using Short-wave Infrared Spectroscopy, journal of Volcanology and geothermal research 106 (2001) , 53 – 65.

#### **PENULIS**

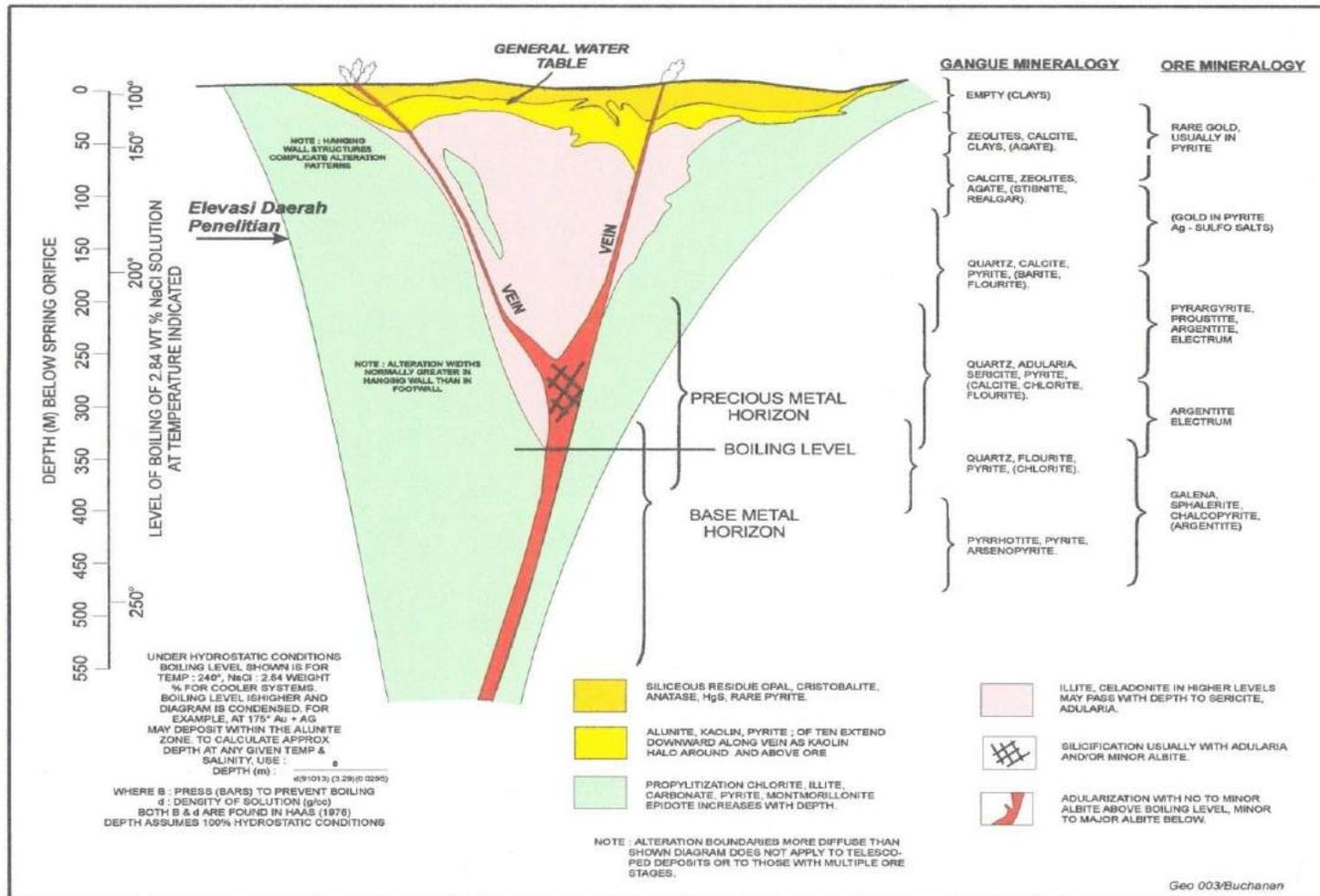
*Ir. Bambang Sunarwan, MT.* Staf Pengajar Program studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – UNPAK.



Gambar. 1 Peta Geologi Daerah Sengon, Kabupaten Trenggalek dan Sekitarnya

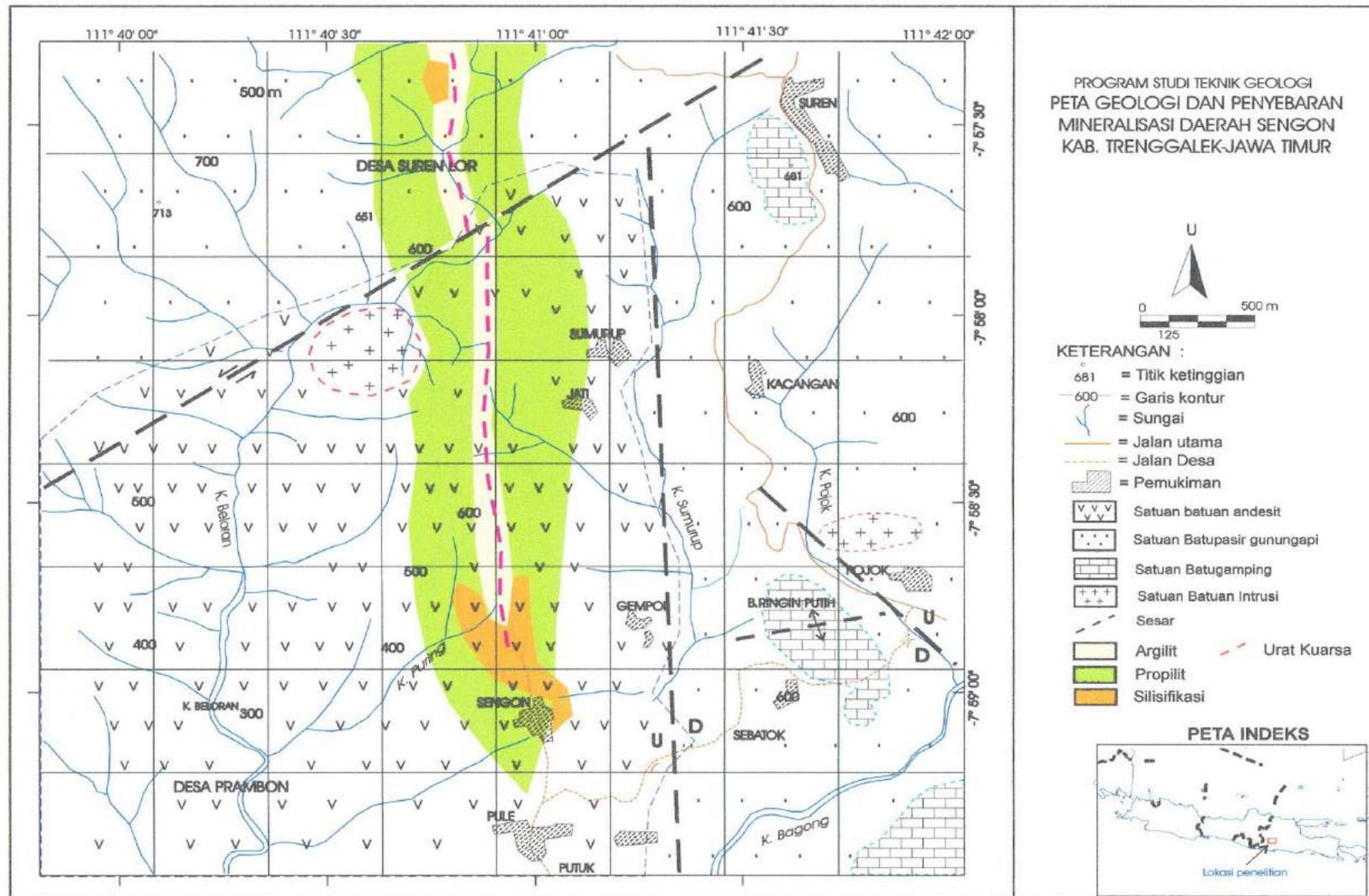


**Gambar 2. Penampang Geologi Melalui (A – B), Daerah Sengon, Kabupaten Trenggalek dan Sekitarnya**



Posisi Mineralisasi Daerah Penelitian Terhadap Model Ephythermal ( Buchanan, 1982 )

Gambar 3 : Model Mineralisasi Daerah Sengon dan Sekitarnya Terhadap Model Epithermal (Buchanan, 1982)



**Gambar 4. Peta Geologi dan Penyebaran Mineralisasi Daerah Sengon Kabupaten Trenggalek**