



UNIVERSITAS TRISAKTI

FAKULTAS TEKNOLOGI KEBUMIHAN DAN ENERGI

Kampus A, Gedung D Lt.5, Jalan Kyai Tapa No.1, Jakarta 11440

Telp. (021)5670496, 5663232 Ext. 8505, 8510, Fax. (021) 2556 5637

Website: www.trisakti.ac.id E-mail : ftke@trisakti.ac.id

Nomor : 343/A.2/Dek-FTKE/USAKTI/IX/2023
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Narasumber *Training of Trainer*

Kepada Yth. Dekan
Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Di Tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi Tridharma Perguruan Tinggi yaitu Pendidikan dan Pengembangan Kompetensi Dosen di lingkup FTKE Universitas Trisakti, kami bermaksud menyelenggarakan kegiatan *Training of Trainer* (ToT) dengan tema "Eksplorasi Geothermal".

Sehubungan dengan hal tersebut, bersama ini kami mengundang salah satu staff Dosen Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta yaitu Bapak Dr. Ir. Dwi Fitri Yudiantoro, M.T., sebagai Narasumber yang sesuai dengan tema kegiatan ToT.

Adapun kegiatan tersebut akan dilaksanakan pada:

Hari/ Tanggal : Senin & Selasa, 25-26 September 2023

Jam : 08.00 s.d 16.00 (WIB)

Tempat : Ruang Diponegoro, Lantai 5, Gedung D, Universitas Trisakti

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



Jakarta, 20 September 2023

Dekan

Dr. Ir. Muhammad Burhannudinnur, M.Sc., IPU. 

NIK : 1978/USAKTI

CP:

Mira Meirawaty, S.T., M.T. (081910332838)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL

Jl. Padjajaran (SWK) 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283 Telp./Fax (0274) 487813

Jl. Babarsari 2, Tambakbayan, Yogyakarta 55281 Telp. /Fax (0274) 486911

Email: ftm@upnyk.ac.id ; Home Page: <http://www.ftmineral.upnyk.ac.id>

SURAT TUGAS

Nomor : B / 2090 / UN62.11 / ST / 2023

1. Berdasarkan surat dari Ketua Jurusan Teknik Geologi Nomor : 144 / UN62.11.01. / TU / 2023, tertanggal 24 September 2023 , Perihal Permohonan Surat Tugas.
2. Berdasarkan surat dari Universitas Trisakti Nomor : 343/A.2/Dek-FTKE/USAkti/IX/2023 tanggal 20 September 2023, Perihal Permohonan Narasumber Trainer of Trainer
3. Sehubungan dengan hal tersebut di atas bersama ini,

Dekan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional UPN "Veteran" Yogyakarta, memberikan tugas kepada :

NO	NAMA	NIP/NIK	Pangkat / Gol
1	Dr. Ir. Dwi Fitri Yudiantoro, M.T.	19630225 199003 1 002	Pembina Utama Muda – IV/c

Untuk melaksanakan tugas sebagai Dosen Tamu dalam kegiatan Trainer of Trainer di Universitas Trisakti yang dilaksanakan pada :

Hari/tanggal : Senin dan Selasa / 25 – 26 September 2023

Pukul : 08.00 WIB – Selesai.

Tempat : Ruang Diponegoro, Lantai 5, Gedung D , Universitas Trisakti.

4. Surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 25 September 2023



Dr.Ir. Sutarto, MT

NIP.19650301 199103 1 001

Tembusan Yth.:

Ketua Jurusan Teknik Geologi
Fakultas Teknologi Mineral
UPN "Veteran" Yogyakarta

Batuan Alterasi Hidrotermal Untuk Panas Bumi

Dr. Dwi Fitri Yudiantoro



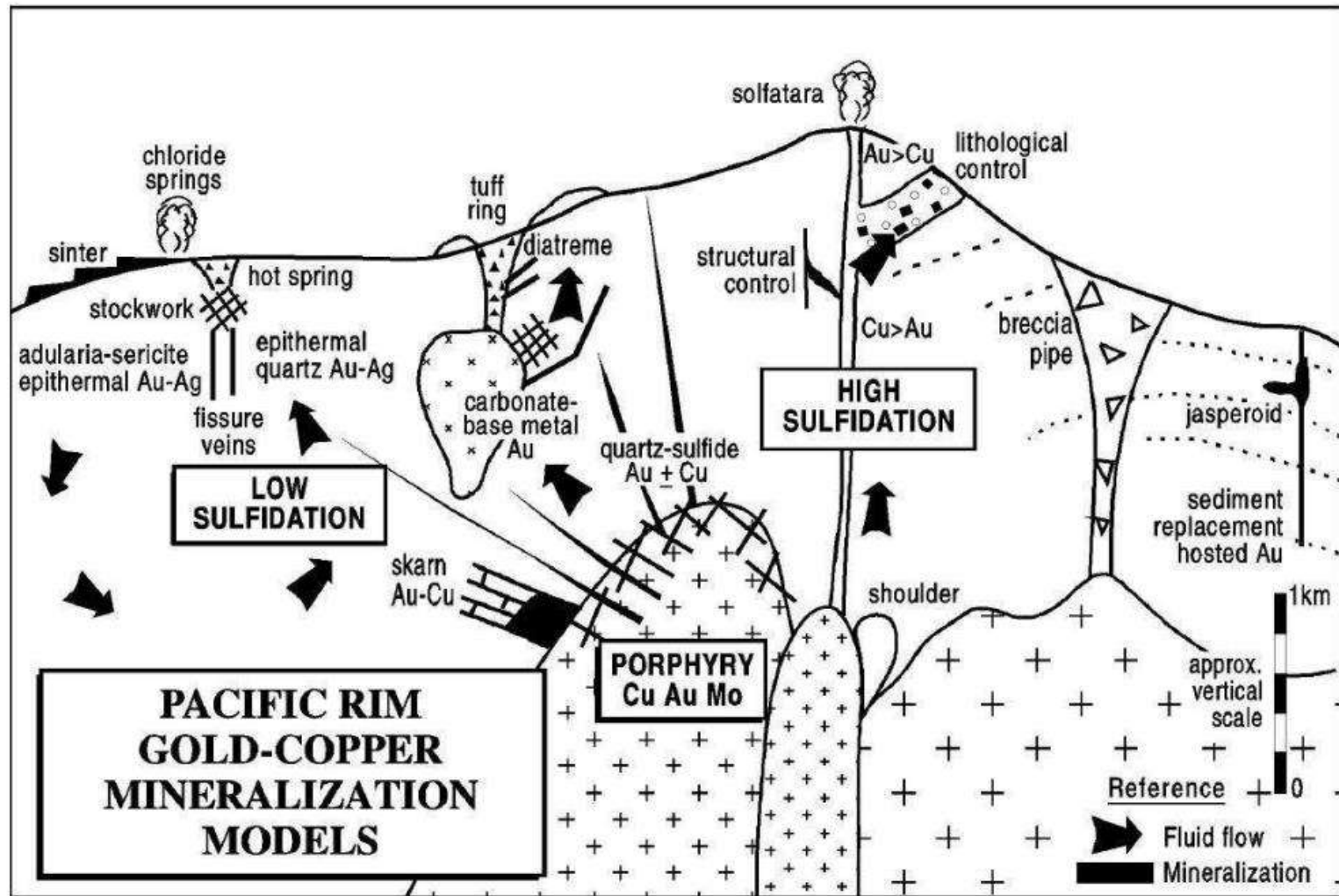
GARIS BESAR PEMBAHASAN

1. KEBUTUHAN LABORATORIUM GEOTHERMAL
2. MINERAL ALTERASI HIDROTHERMAL PADA
GEOTHERMAL
3. GEOTHERMOMETER MINERAL
4. PARAGENESA MINERAL
5. ZONASI ALTERASI

1. KEBUTUHAN LABORATORIUM GEOTHERMAL

1. Petrografi
 2. XRD
 3. SEM / EPMA
 4. Inklusi fluida
 5. XRF
 6. REE batuan (ICP MS)
 7. Geokimia air dan gas
 8. Isotop $^{18}\text{O}/\text{D}$ air dan batuan, isotop ^{13}C , $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -dsb
 9. REE air (ICP EOS)
 10. Dating (Thermoluminescence dating/TL Dating, Prof. Isao Takashima-Akita University-Japan)
- dll.

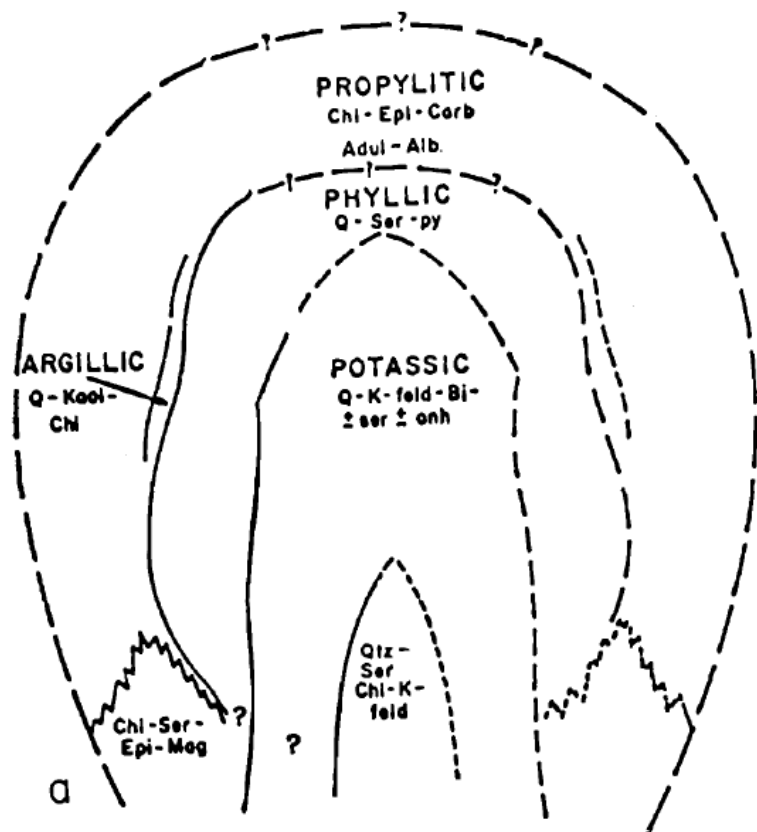
MINERAL DEPOSIT BERBEDA DENGAN GEOTHERMAL



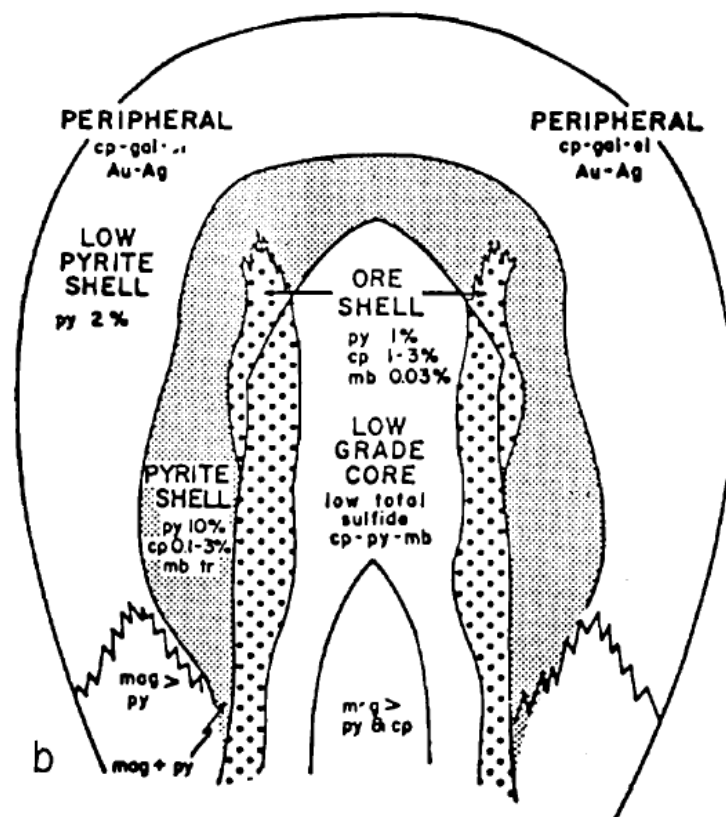
Model konseptual interaksi fluida hidrotermal yang berkaitan dengan sistem magmatik dengan batuan di sekitarnya. (Corbett dan Leach, 1998).

Recognizable features in the field

Idealized alteration pattern



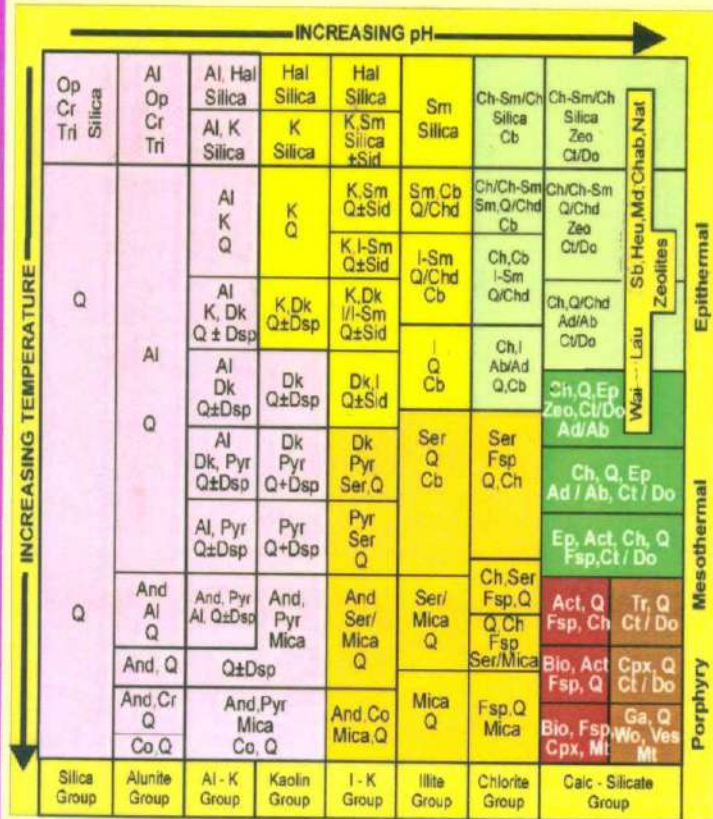
Idealized mineralization pattern



Guilbert, J.M. and Lowell, J.D. (1974): Variations in Zoning Patterns in Porphyry Ore Deposits; Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, vol. 67, no. 742, pp. 99-109.

Terry Leach & Co

Geologists, Petrologists and Consultants



Mailing Address: PO Box 47 295, Ponsonby, Auckland, NZ.
Street Address: 54 Ponsonby Rd, Ponsonby, Auckland, NZ.

Telephone: (64) (9) 376 6533
Facsimile: (64) (9) 360 1010
Email: leach@ihug.co.nz

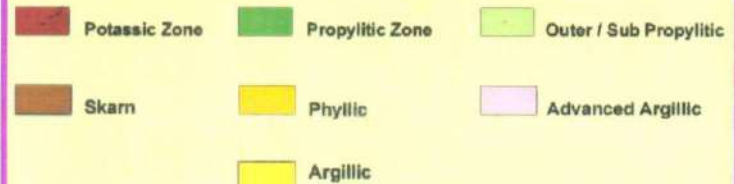
Terry Leach & Co

Geologists, Petrologists and Consultants

HYDROTHERMAL ALTERATION

Mineral Abbreviations:

Ab - albite ; Act - actinolite; Ad - Adularia; Al - alunite;
And - andalusite; Bio - biotite; Cb - carbonate (Ca, Mg, Mn, Fe); Ch - chlorite; Chab - chabazite; Chd - chalcedony; Ch-Sm - chlorite-smectite; Co - corundum;
Cpx - clinopyroxene; Cr - cristobalite; Ct - calcite;
Do - dolomite; Dk - dickite; Dsp - diaspore; Ep - epidote;
Fsp - feldspar; Ga - garnet; Hal - halloysite;
Heu - heulandite; I - illite; I-Sm - illite-smectite;
K - kaolinite; Lau - laumontite; Mt - magnetite;
Md - mordenite; Nat - natrolite; Op - opaline silica;
Pyr - pyrophyllite; Q - quartz; Ser - sericite;
Sid - siderite; Sm - smectite; Sb - stilbite; Tr - tremolite;
Tri - tridymite; Ves - vesuvianite; Wai - wairakite;
Wo - wollastonite; Zeo - zeolite



Mailing Address: PO Box 47 295, Ponsonby, Auckland, NZ.
Street Address: 54 Ponsonby Rd, Ponsonby, Auckland, NZ.

Telephone: (64) (9) 376 6533
Facsimile: (64) (9) 360 1010
Email: leach@ihug.co.nz

UBAHAN HIDROTERMAL DAN MINERALISASI

1. Pembentukan mineral ubahan

-faktor yang mempengaruhi :

temperatur, pH, tekanan, kimia fluida, komposisi parent rocks, permeabilitas, kinetis reaksi gas/padat/larutan, lama kegiatan atau lama tingkat keseimbangan.

2. Klasifikasi zonasi ubahan

- Potassic alteration

- temperatur tinggi; $> 300 - 350^{\circ}C$
- mineralogi : biotit, K-felspar, magnetit \pm aktinolit \pm klinopiroksen (cpx)
- skarns, Ca-garnet, cpx, tremolit
- kondisi netral - alkalin

- Propylitic alteration

- temperatur $> 280 - 300^{\circ}C$ (inner propylitic zone)
- mineralogi : aktinolit/tremolit, albit, K-felspar
- moderate temperature : $> 200 - 250^{\circ}C$
- mineralogi : epidot dgn klorit, atau klorit, felspar

- temperatur rendah : < 200 - 250° C
- zeolit, klorit, lempung kloritan (chloritic clays)
- kondisi near netral - alkalin

Phyllic alteration :

- temperatur > 200 - 250° C
- serisit/muscovit ± pirofilit-andalusit (pada temperatur tinggi)
± kelompok mineral klorit
- kondisi pH : 4 - 6

Argillic alteration :

- temperatur > 100 - 250°C
- kaolinit, smektit, illit / illite - smektit ± mineral klorit
- kondisi pH : 4 - 6

Advanced Argillic :

- bervariasi dari temperatur tinggi - rendah
- mineralogi : kuarsa/silika, alunite, mineral alunite-kaolinit
temperatur tinggi
- kondisi asam, pH < 4
- mencakup ubahan HS (high sulfidation) dan ubahan asam sulfat

	Greenschist facies host	Metamorphic alteration	Ankeritic alteration	Shallow veins
Quartz	—————	—————	—————	—————
Albite	—————	—————	—————	—————
Muscovite	<i>phengitic</i>	<i>phengitic</i>	<i>aluminous</i>	—————
Chlorite	—————	—————	XXXXXXXXXXXXX	—————
Epidote	—————	XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX	—————
Calcite	—————	—————	—————	—————
Titanite	—————	XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX
Graphite	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Pyrite	- - - - -	—————	—————	—————
Arsenopyrite	- - - - -	—————	—————	—————
Chalcopyrite	- - - - -	—————	—————	—————
Sphalerite	- - - - -	—————	—————	—————
Scheelite	- - - - -	—————	—————	—————
Stibnite	- - - - -	—————	—————	—————
Rutile	XXXXXXXXXXXXX	—————	—————	—————
Ankerite	- - - - -	—————	—————	—————
Kaolinite	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Gold	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -

————— Major formation/recrystallisation

- - - - - Minor or rare formation/recrystallisation

XXXXXXXXXXXXX Decomposition

2. Mineral Alterasi

PROSES ALTERASI HIDROTHERMAL

- Pengendapan langsung (direct deposition)
- Penggantian (replacement)
- Pelarutan (leaching)

KELOMPOK/ GROUP MINERAL ALTERASI

- Karbonat: calcite, aragonit, siderit
- Sulfat: anhidrit, alunit, natroalunit, barit
- Sulfida: pirit, pirhotit, markasit, spalerit, galena, chalkopirit
- Oksida: hematit Pospat: apatite
- Halida: fluorit
- Silikat (ortho dan ring): titanit, garnet, epidot
- Silikat (chain): tremolit, aktinolit
- Silikat (sheet): ilit, biotit, piropilit, klorit, kaolin grup, smektit, prehnit
- Silikat (framework): adularia, albit, kuarsa, kristobalit, mordenit, laumontit, wairakit

Intensitas Alterasi

- Intensitas alterasi (I_a) adalah ukuran tingkat perubahan dari mineral primer menjadi mineral sekunder (mineral alterasi hidrotermal) akibat reaksi dengan fluida hidrotermal.
 - Batuan yang belum mengalami alterasi maka mempunyai nilai I_a nol (0).
 - Batuan dimana seluruh mineral primer sudah berubah mempunyai nilai $I_a = 1$ atau 100%.

INTENSITAS ALTERASI DAN PENGAMATAN PETROGRAFI

Intensitas Alterasi	Kategori	Deskripsi Petrografi
0.00	Tidak Terubah	Baik massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen dalam keadaan fresh.
>0.00 – 0.25	Lemah	Tekstur asli masih dapat diamati dengan massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen terubah ($\leq 25\%$).
>0.25 – 0.30	Sedang	Tekstur asli masih dapat diamati dengan massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen terubah ($>25 - 30\%$).
>0.30 – 0.50	Kuat	Tekstur asli batuan serta bentuk kristal masih dapat diamati dengan massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen terubah ($>30 - 50\%$).
>0.50 – <1.0	Sangat Kuat	Tekstur batuan sulit untuk diamati dengan massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen terubah ($>50 - 100\%$).
1.00	Terubah sempurna	Tekstur batuan tidak dapat diamati dengan massa dasar/matriks serta fenokris/fragmen telah terubah secara keseluruhan (100%).

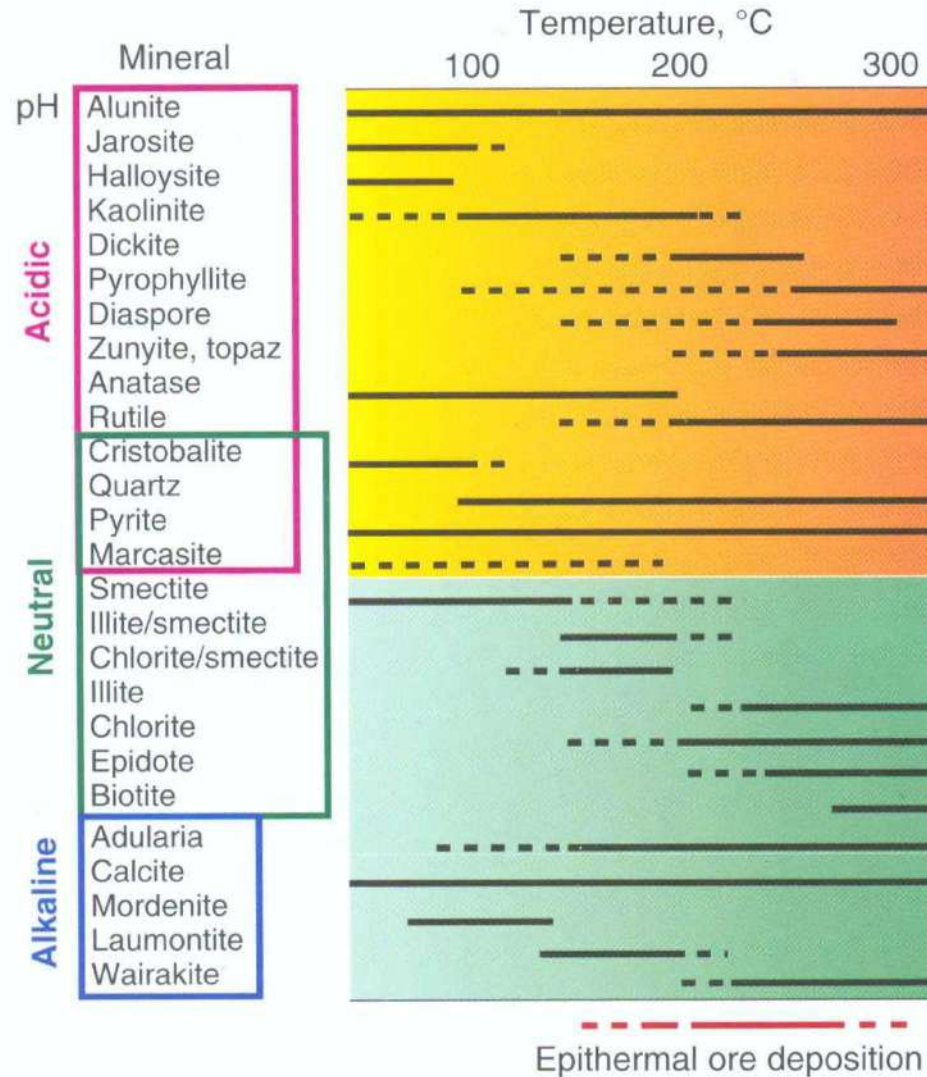
Intensitas Alterasi	Keterangan
Lemah	Kehadiran mineral sekunder sedikit, yaitu kurang dari 25%
Sedang	Kehadiran mineral sekunder 25-75%
Kuat	Kehadiran mineral sekunder >75%
Sangat Kuat	Batuan telah sangat terubah, namun tekstur primer masih dapat dibedakan
Total	Batuan telah sangat terubah dan tekstur primer tidak dapat dibedakan

Intensitas alterasi pada batuan (Morisson, 1995)

TINGKAT (Rank) ALTERASI

- Tingkat alterasi: tergantung dari sifat mineral baru (sekunder) dan ini berdasarkan signifikansinya dalam hal kondisi bawah permukaan.
- Tingkat alterasi ini bersifat empiris dan subyektif dibanding intensitas.
- **Adularia** dalam hal permeabilitas mempunyai tingkat alterasi tinggi, sedangkan epidot mempunyai tingkat alterasi tinggi dalam hal suhu.

3. Geothermometer Mineral



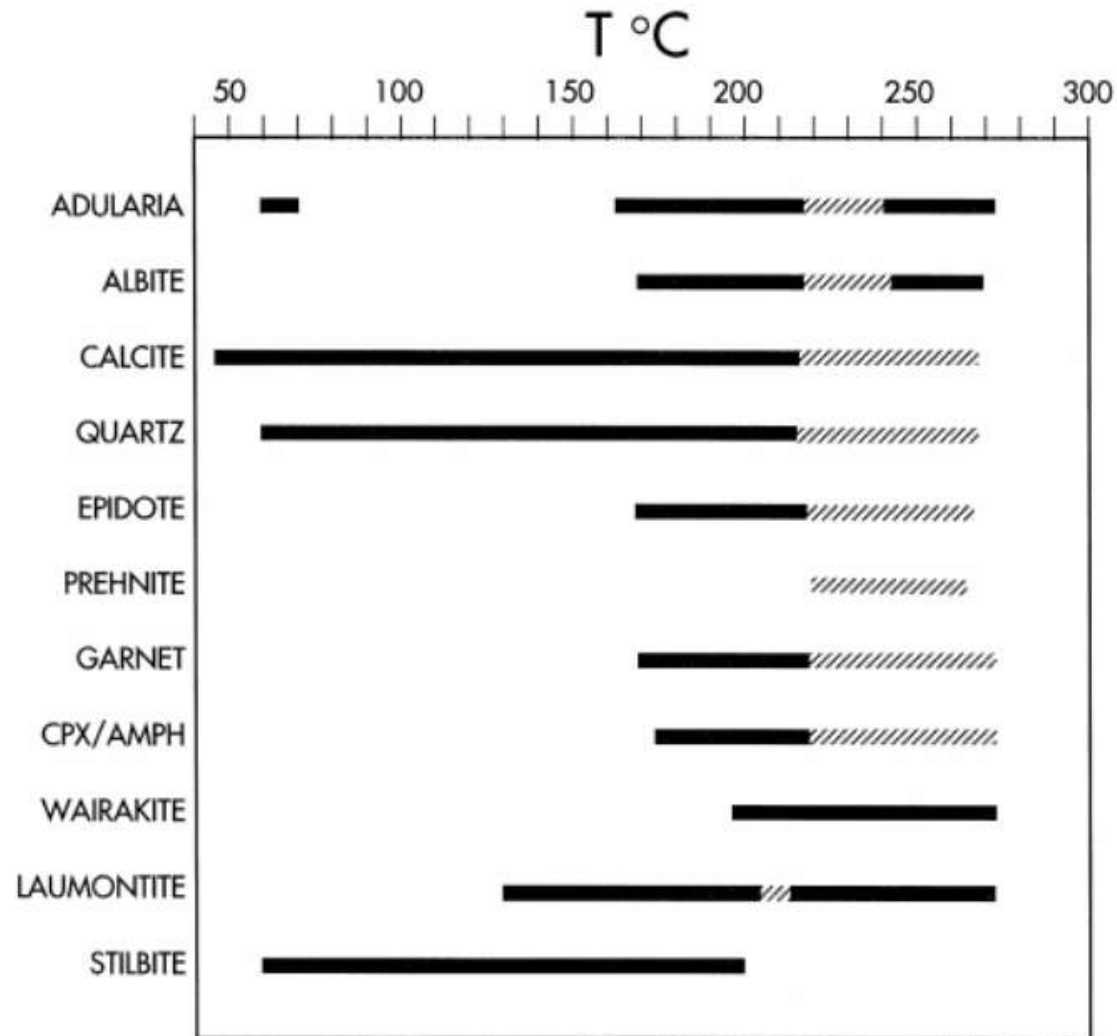
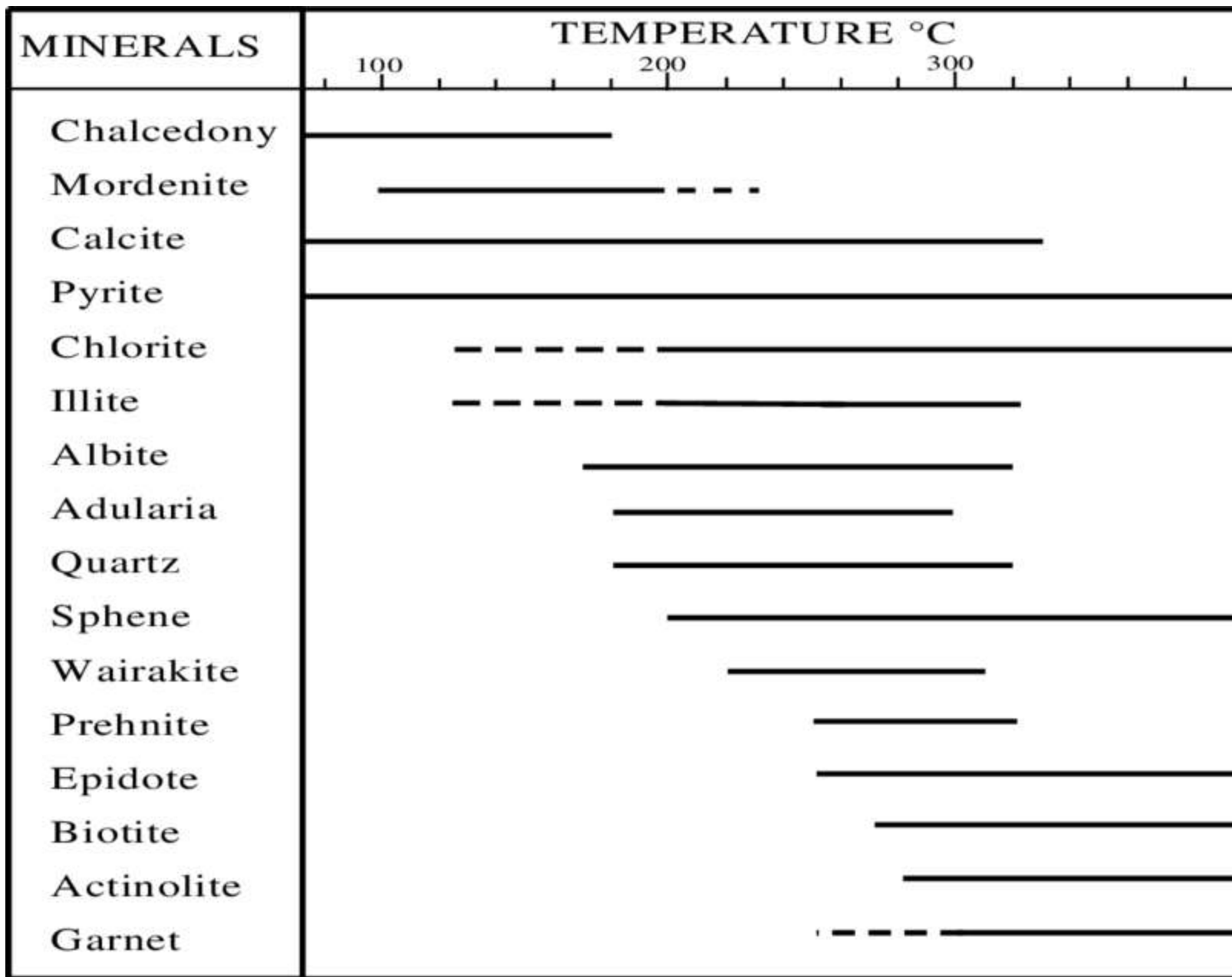


Fig. 8. Distribution of the non-clay authigenic minerals (of more than sporadic estimated occurrence) with temperature in the Tendaho geothermal field. The hatched line indicates assumed stability conditions (see text). CPX = hedenbergite-diopside solid solutions; AMPH = amphibole.



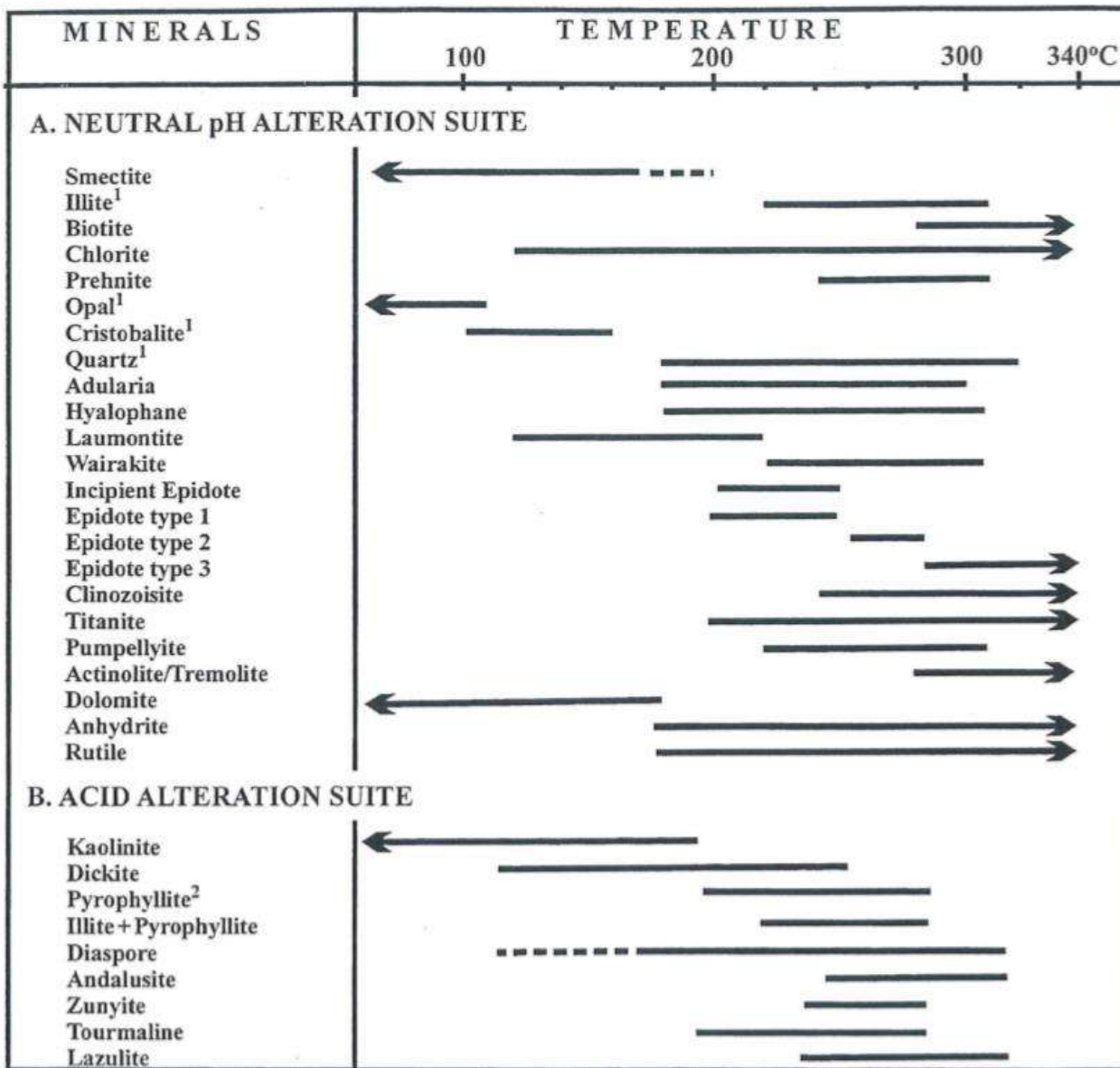


Figure 3: Selected minerals in Philippine geothermal systems commonly used as geothermometers (Reyes, 1990)

KIMIA MINERAL

Actinolite $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Biotite $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$

Calcite CaCO_3

Anhydrite CaSO_4

Gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Kaolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

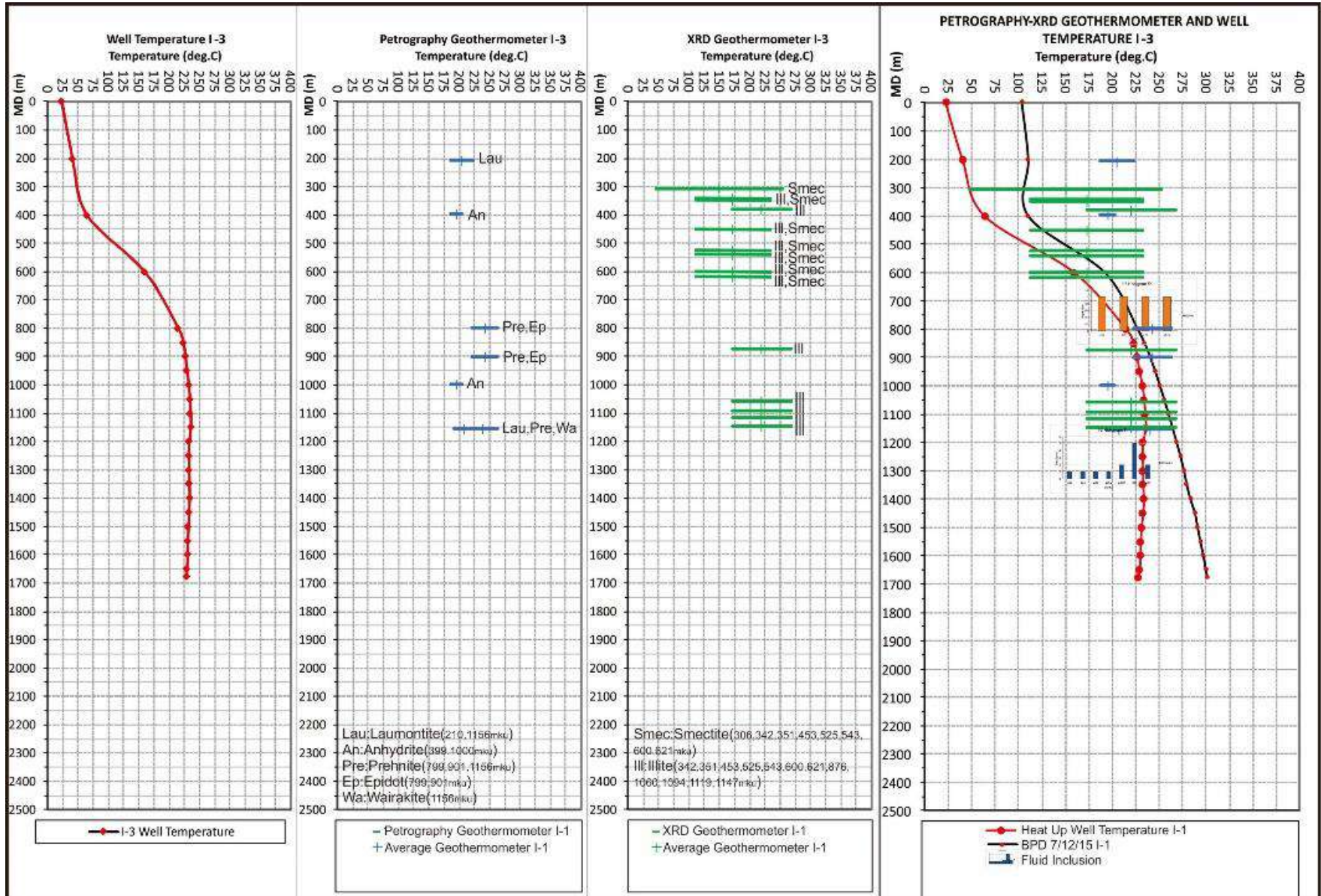
Illite $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$

Epidote $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$

Muscovite $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}; \text{F})_2$

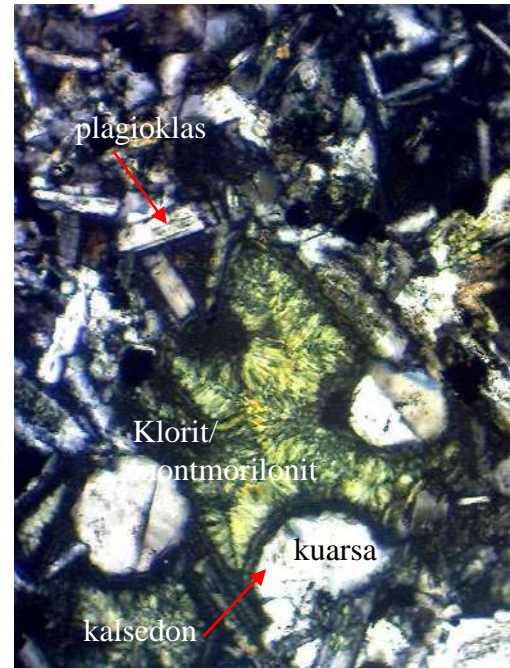
Chlorite $(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_6$

Inklusi Fluida



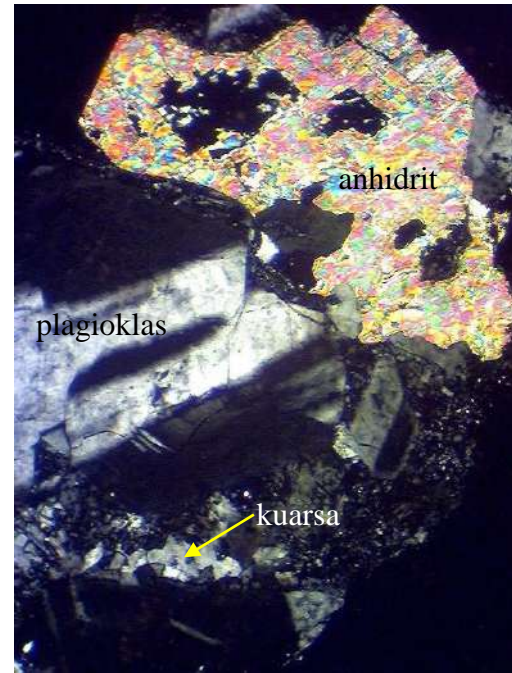
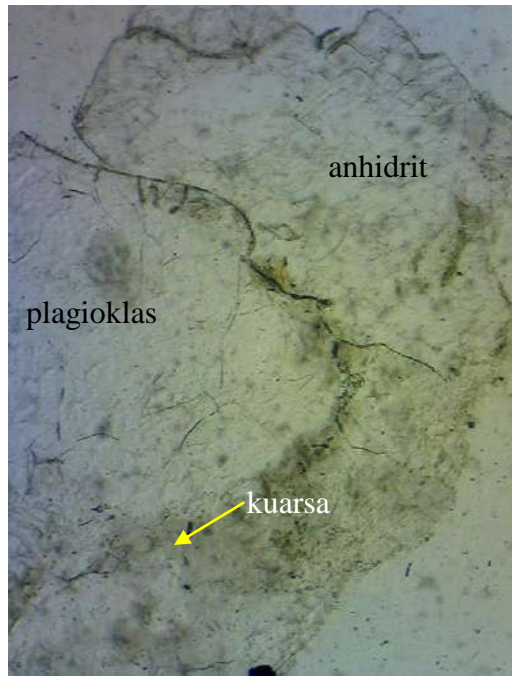
CONTOH MINERAL ALTERASI DALAM SAYATAN TIPIS

KEDALAMAN : 600 m



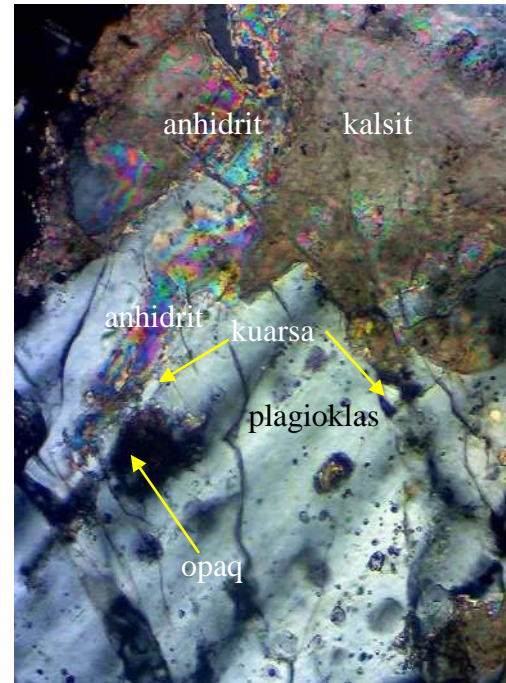
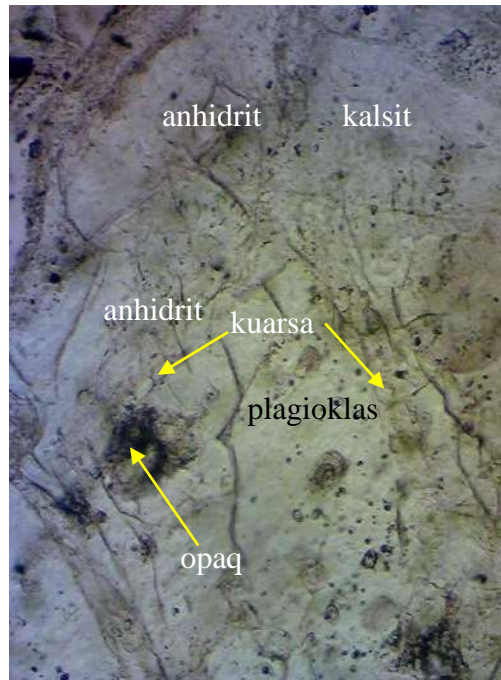
Amigdaloidal yang terisi oleh klorit, kuarsa dan kalsedon berstruktur *colloform banding* .

KEDALAMAN : 800 m



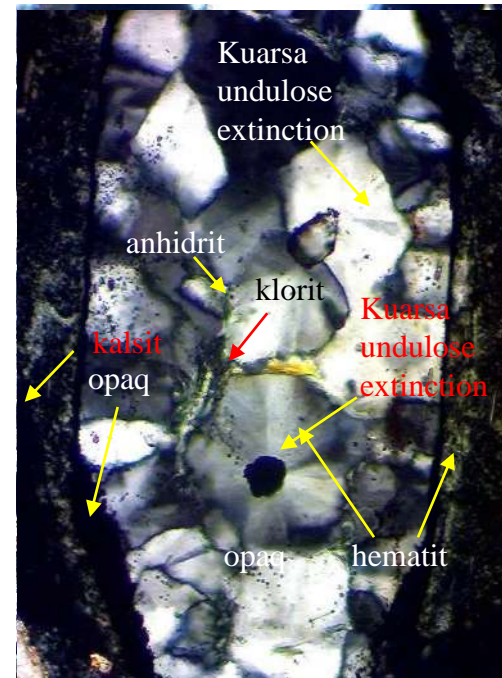
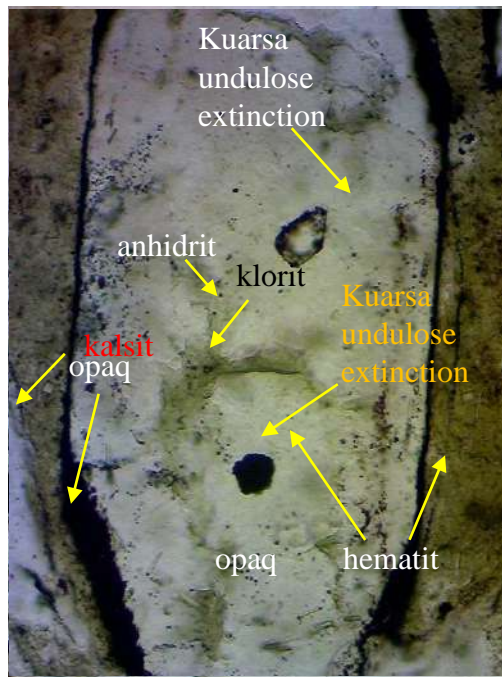
Plagioklas yang tergantikan oleh anhidrit dan kuarsa.

KEDALAMAN : 850 m



Plagioklas yang tergantikan oleh kalsit, anhidrit, kuarsa dan mineral opaq.

KEDALAMAN : 850 m



Urat kuarsa yang diisi oleh kuarsa pepadaman bergelombang, kalsit, hematit dan mineral opa

wells	depth		True Vertical	cristobalite	montmorillonite	illite-montmorillonite		chlorite	epidote	wairakite	quartz	calcite	albite	kaolinite	alunite	illite	gypsum
	feet	m				S=0	S=1										
k-6	350	106.4		©	Δ						Δ		©				
	980	297.92			Δ						©	Δ	Δ				Δ
	1550	471.2			Δ						©		©				Δ
	2000	608									©		©				
k-7	350	106.4		○	Δ						©		©				Δ
	core-1100	334.4					15				©		○				Δ
	1710	519.84					75				©		©				Δ
	1720	522.88					75				©		©				Δ
k-8	240	72.96		©							Δ		©				
	core 1009	306.736					65				©	©	©				
	2050	623.2					72				©		Δ				Δ
	2100	638.4					75				©		Δ				Δ
		0															

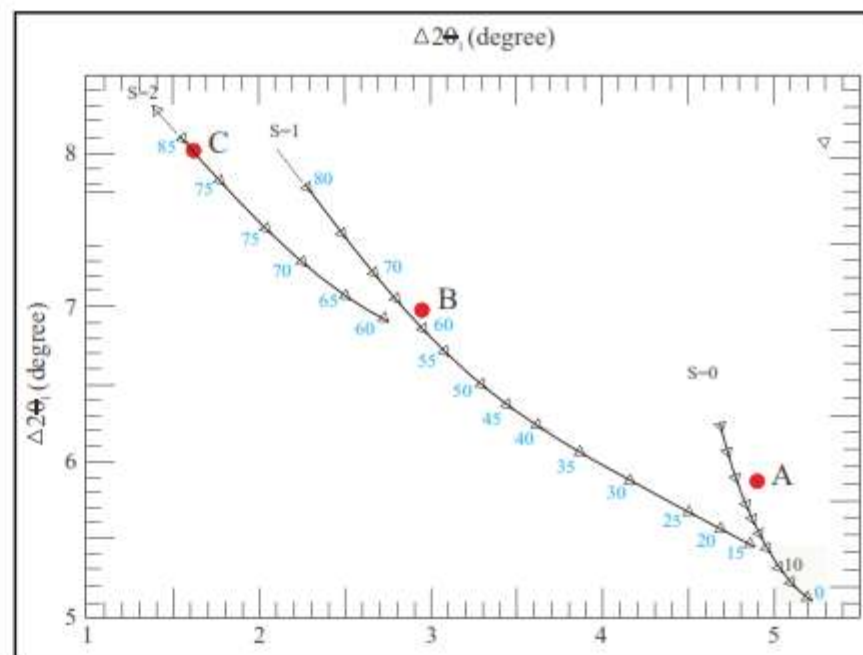
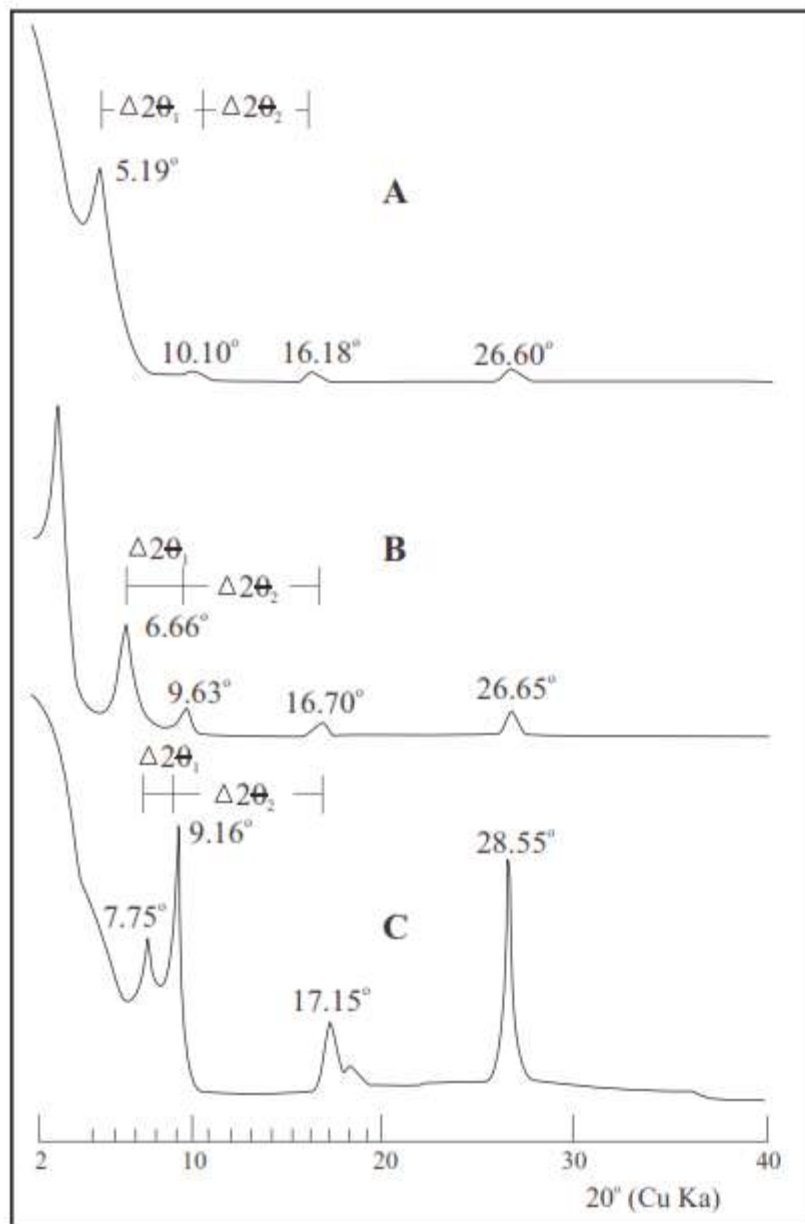


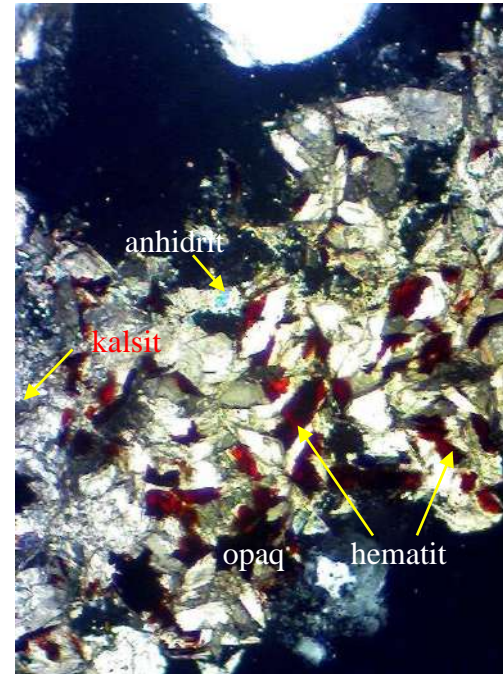
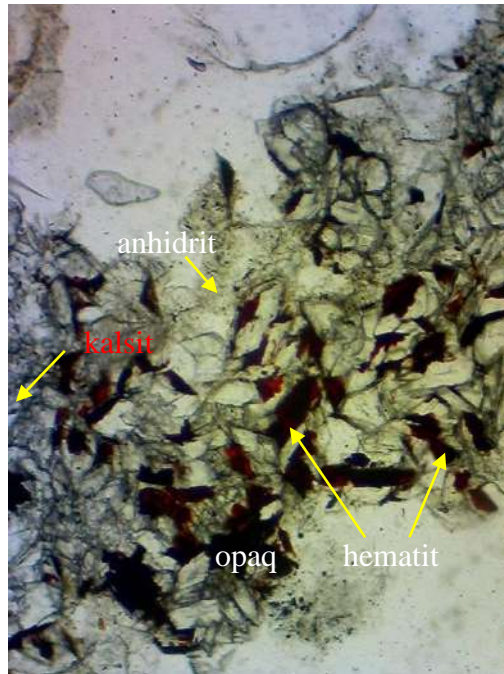
Figure 3. Diagram for identification of interstratified illite/montmorillonite. $\Delta 2\theta_1$ and $\Delta 2\theta_2$ value on the diagram represents the value of the difference in the angle of reflection (Cu K α radiation) (Watanabe, 1981).

RESULT AND DISCUSSION

Variations in the composition of illite/montmorillonite

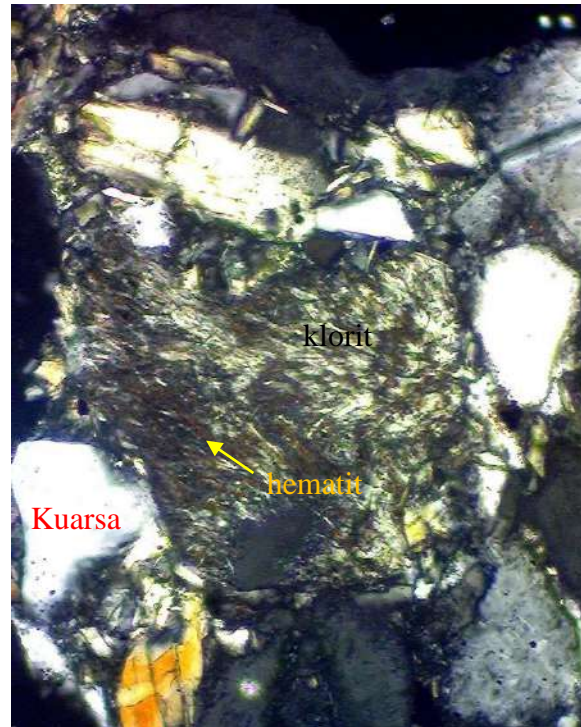
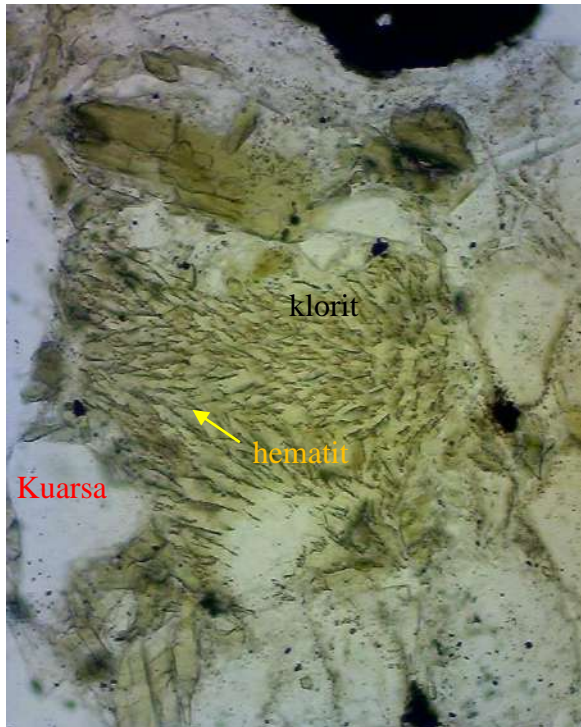
X-ray diffraction analysis using ethylene glycol to the core and samples from Wells KMJ-8, 9, 11, 13, 16, 22, 40, 51 and 54 shows that the samples contain

KEDALAMAN : 900 m

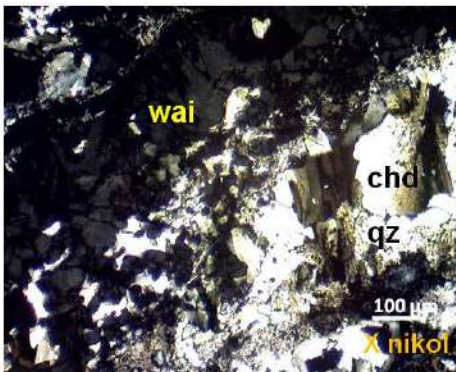
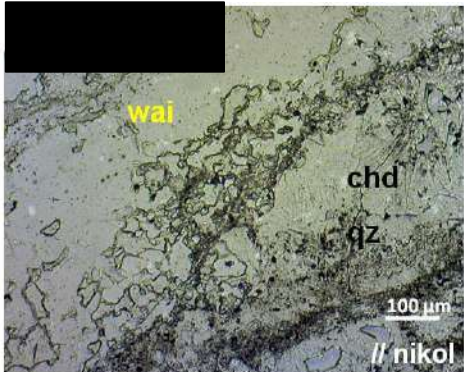
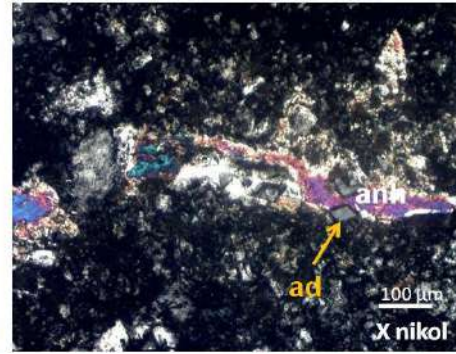
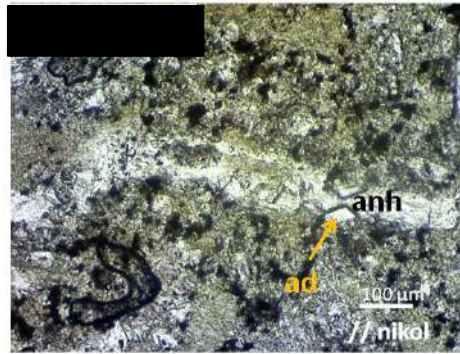
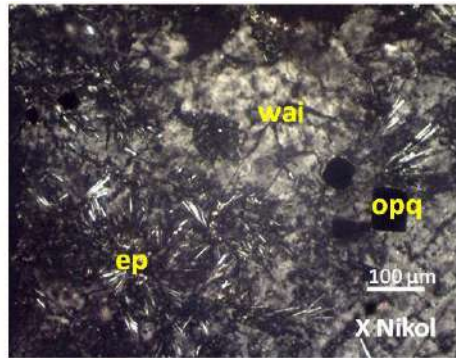
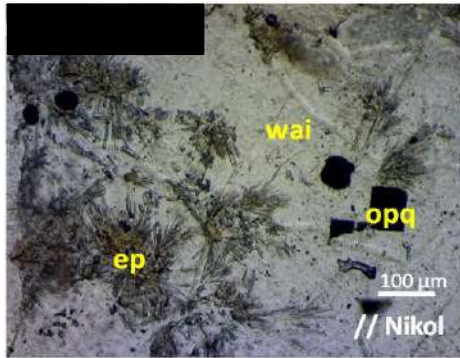


Kalsit yang tergantikan oleh hematit

KEDALAMAN : 1113 m



Klorit yang tergantikan oleh hematit

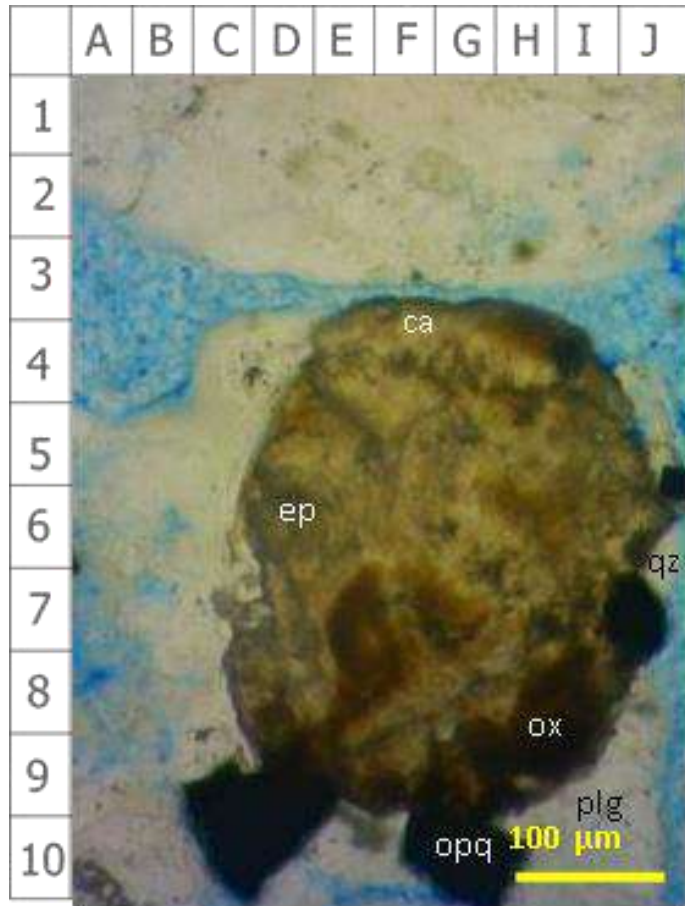


- Epidot mineral temperatur tinggi (>250°C). yang tergantikan oleh wairakit. Wairakit yang terbentuk pada temperatur <250°C (Fournier, 1981, Moore dkk., 2008).

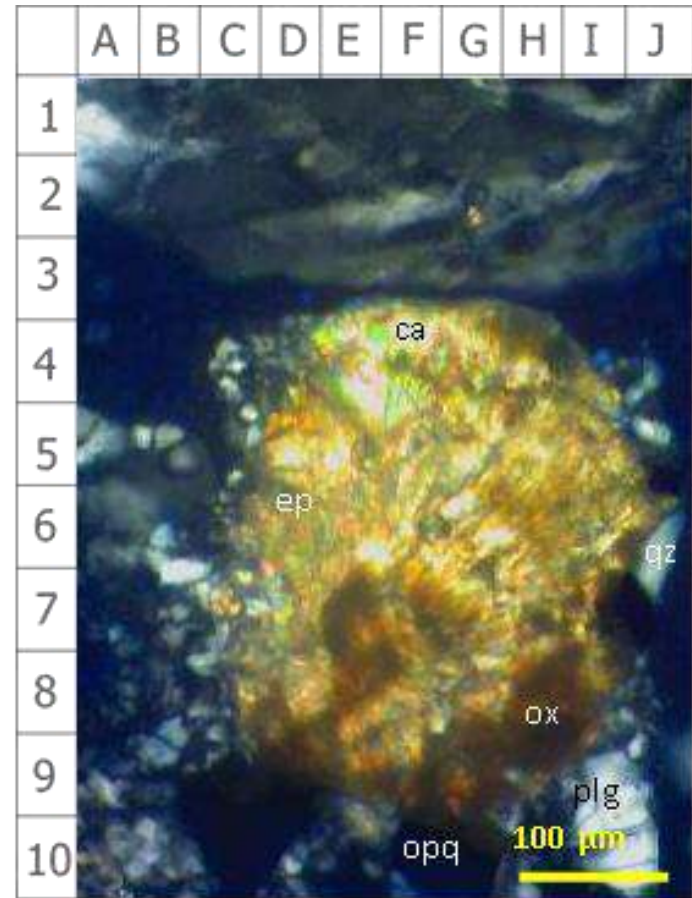
- Adularia penciri permeabilitas tinggi.

- Kehadiran wairakit menunjukkan kondisi *steam-heated water* (Moore dkk., 2008). Kuarsa kalsedoni terbentuk pada temperatur tinggi >225°C, yang mencirikan proses *boiling* (Moore dkk, 2000a, 2008).

Sampel Cutting L (705 m)

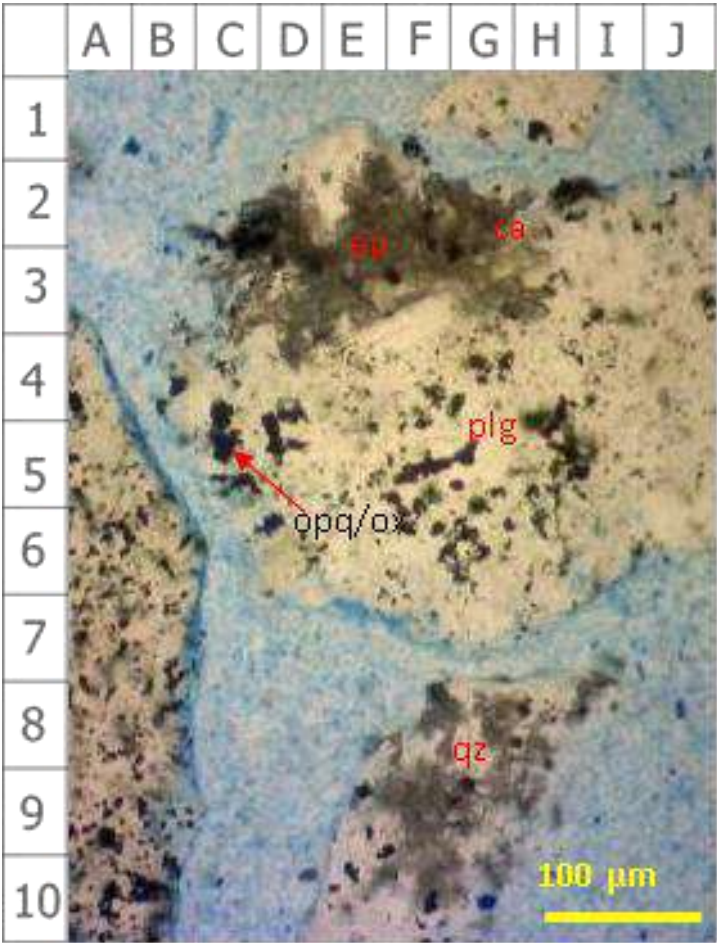


PN



XN

Sampel Cutting L (905 m)

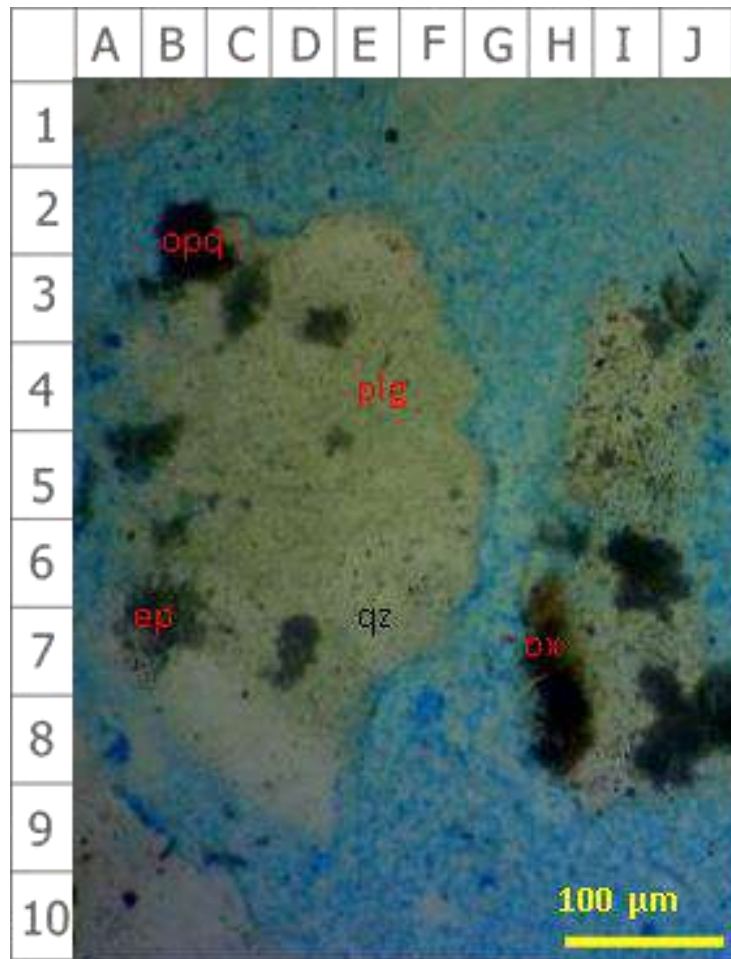


PN

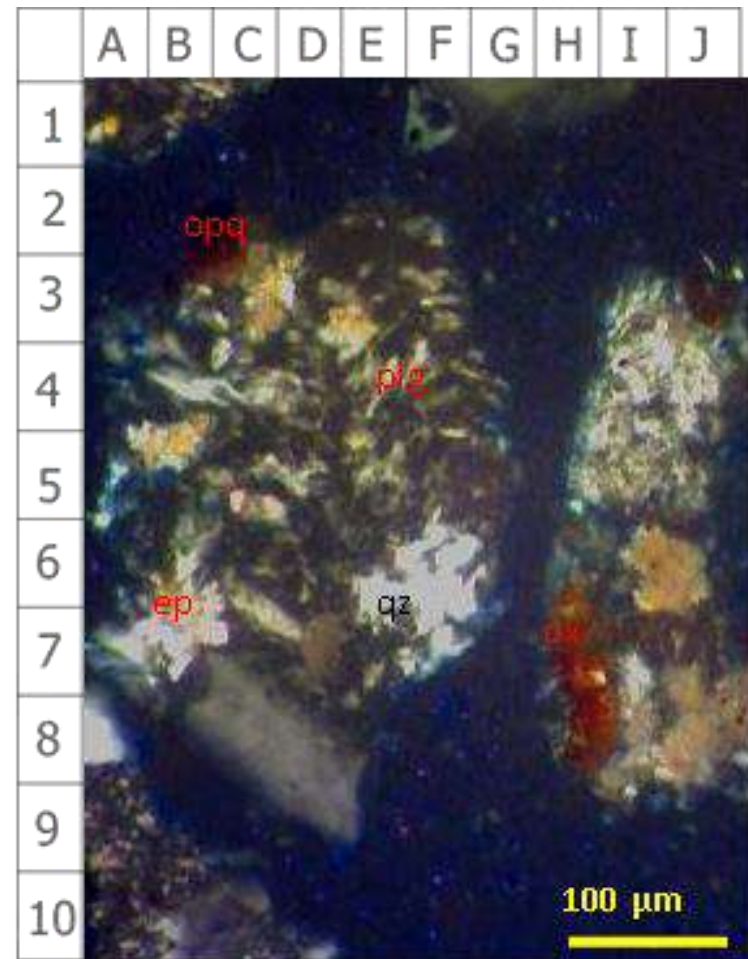


XN

Sampel Cutting L (955 m)

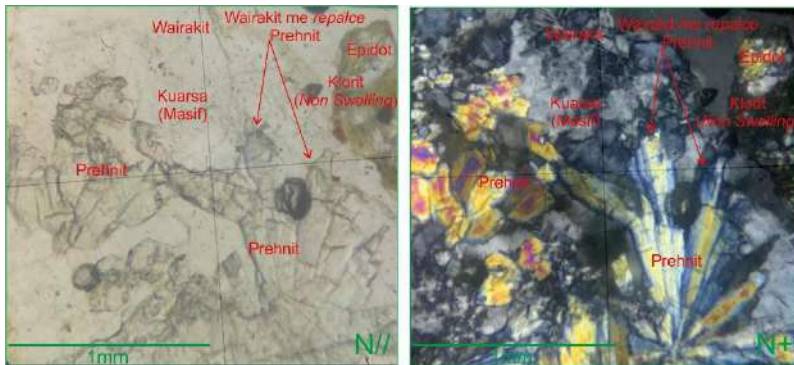


PN

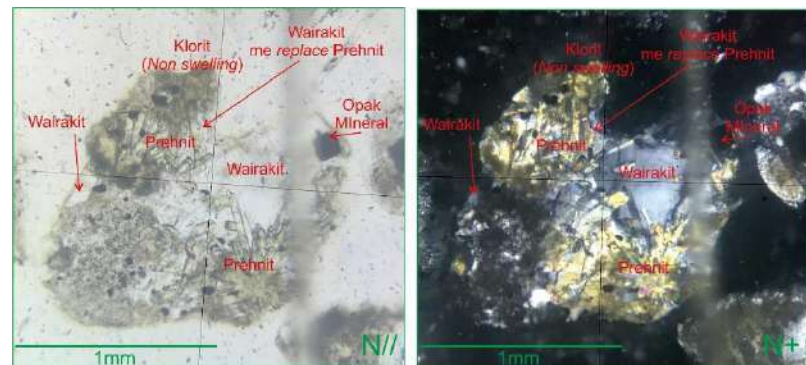


XN

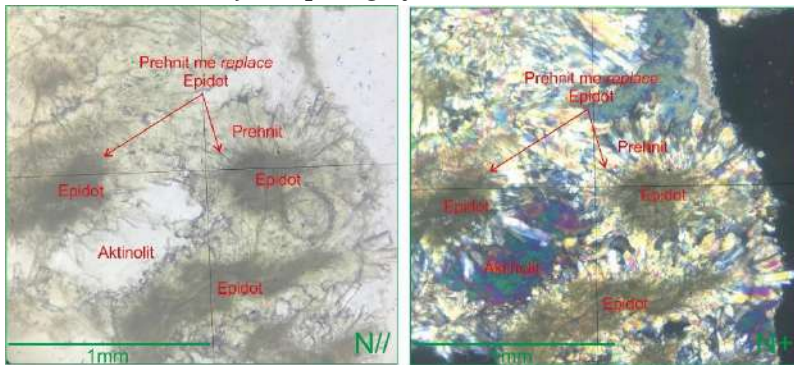
Indikasi Fase Penurunan Suhu



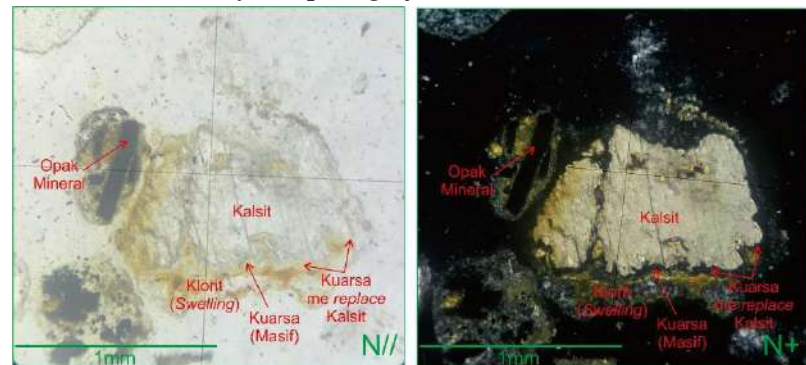
Sayatan petrografi I-2 2202 mku 7



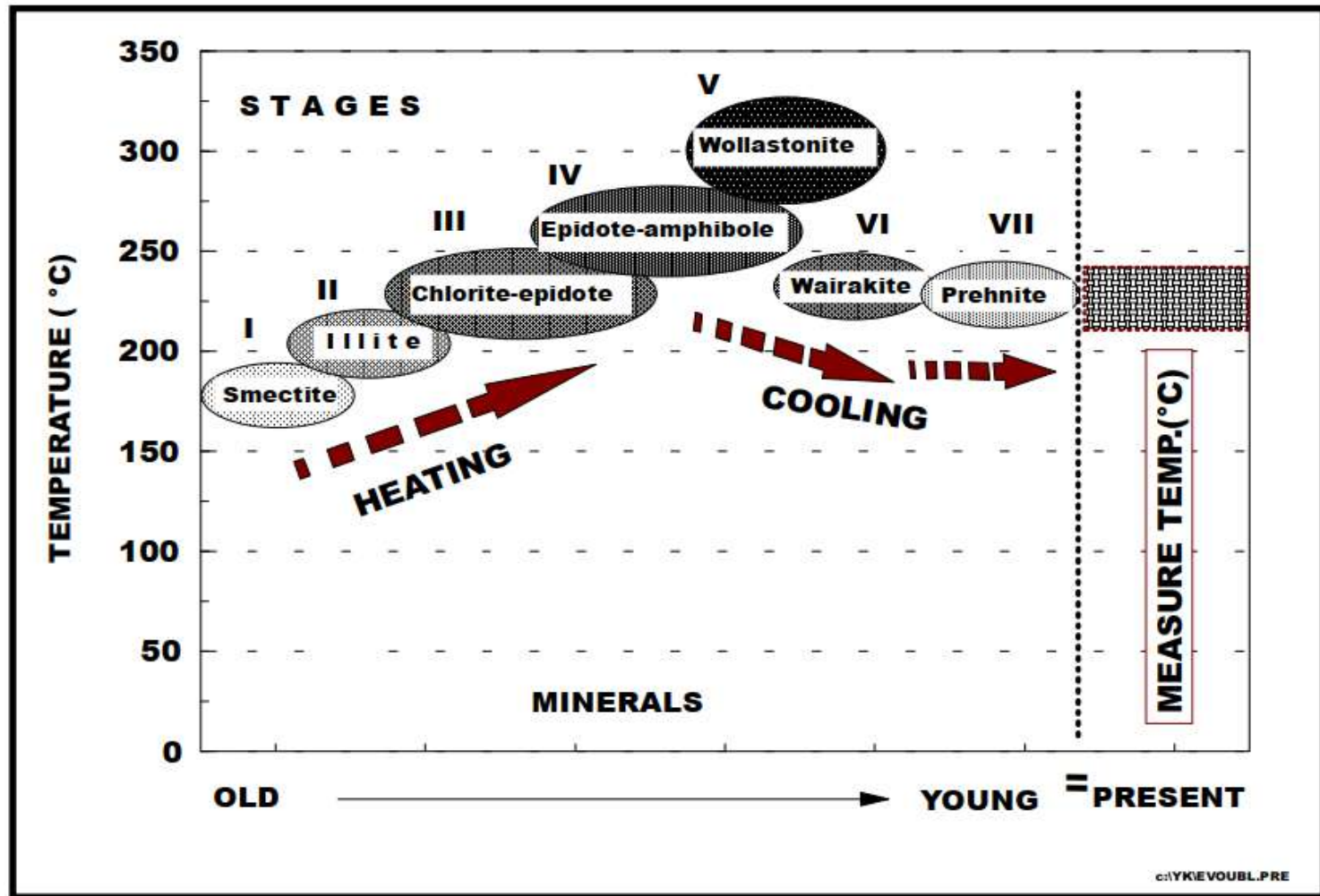
Sayatan petrografi I-3 1156 mku 5



Sayatan petrografi I-4 1230 mku 7

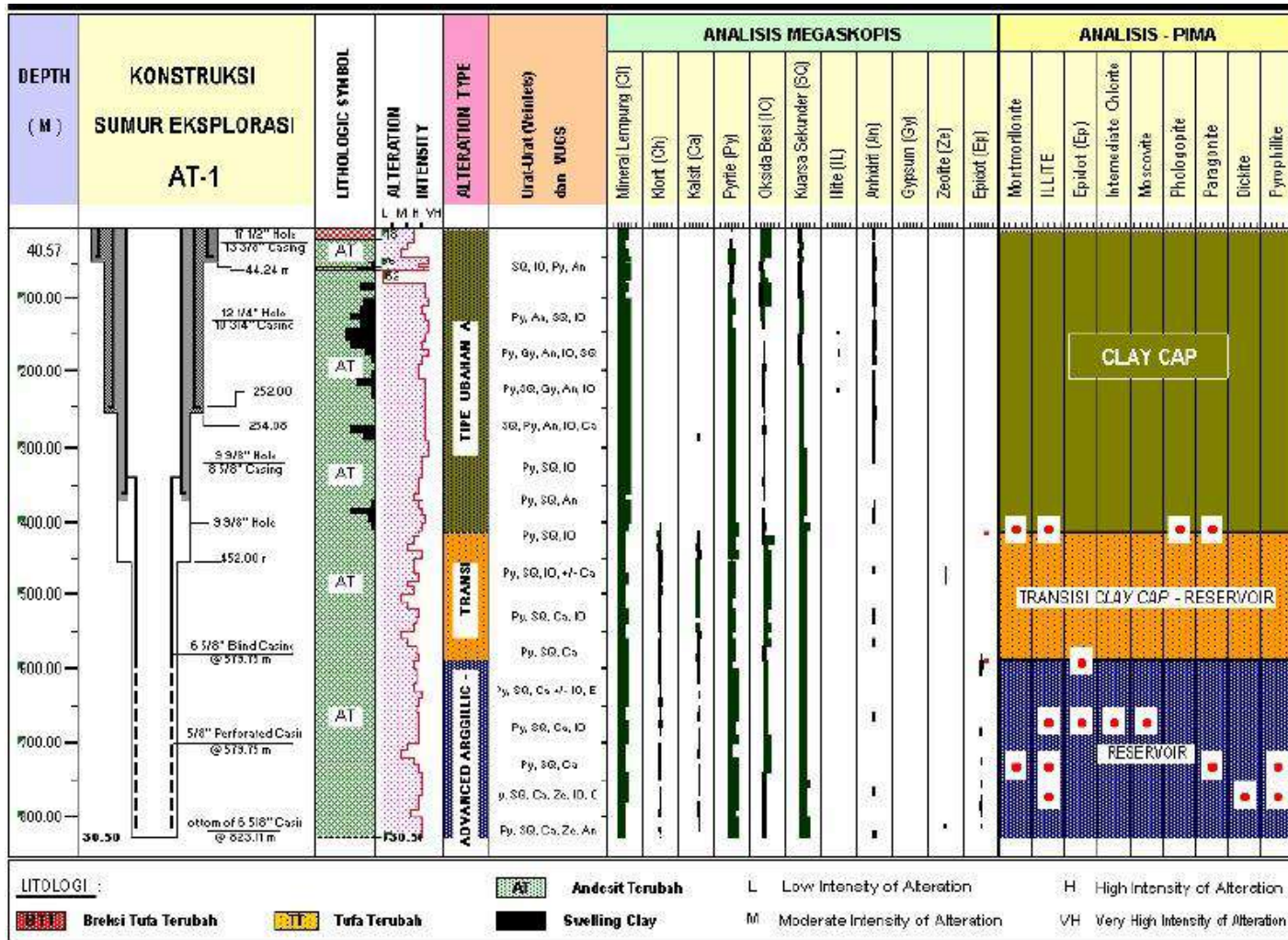


Sayatan petrografi I-3 300 mku 1



Kehadiran mineral alterasi digunakan untuk mengetahui heating dan cooling system panasbumi.

3. ZONASI ALTERASI



Composite Log, Konstruksi Sumur, Jenis dan Tipe Ubahan

Alteration zone. Based on identification of mineral alteration at well KMJ-49, the hydrothermal alteration zones are crystalbaltite-montmorillonite, illite-montmorillonite and chlorite-epidote zones (Fig. 4-5.). Interpretation of temperature mineral alteration of each zone is shown in Table 2.

Crystalbaltite-montmorillonite zone. This zone is characterized by the presence of minerals such as crystalbaltite, montmorillonite, quartz, calcite, anhydrite, gypsum, hematite and pyrite. Minerals are present at <500 m depth formed at temperatures below 100°C (see Table 2).

Table 2. Mineral index temperature of well KMJ-49

MINERALS	TEMPERATURE:		
	100	200	300°C
Primary	Pyroxene Plagioclase Quartz	-----	-----
Secondary	Crystalbaltite	-----	-----
	Montmorillonite	-----	-----
	Illite-Montmorillonite	-----	-----
	Illite	-----	-----
	Calcite	-----	-----
	Anhydrite	-----	-----
	Chlorite	-----	-----
	Episite	-----	-----
	Hematite	-----	-----
	Pyrite	-----	-----
Alteration Zone	Crystalbaltite-Montmorillonite	Illite-Montmorillonite	Chlorite-Epidote

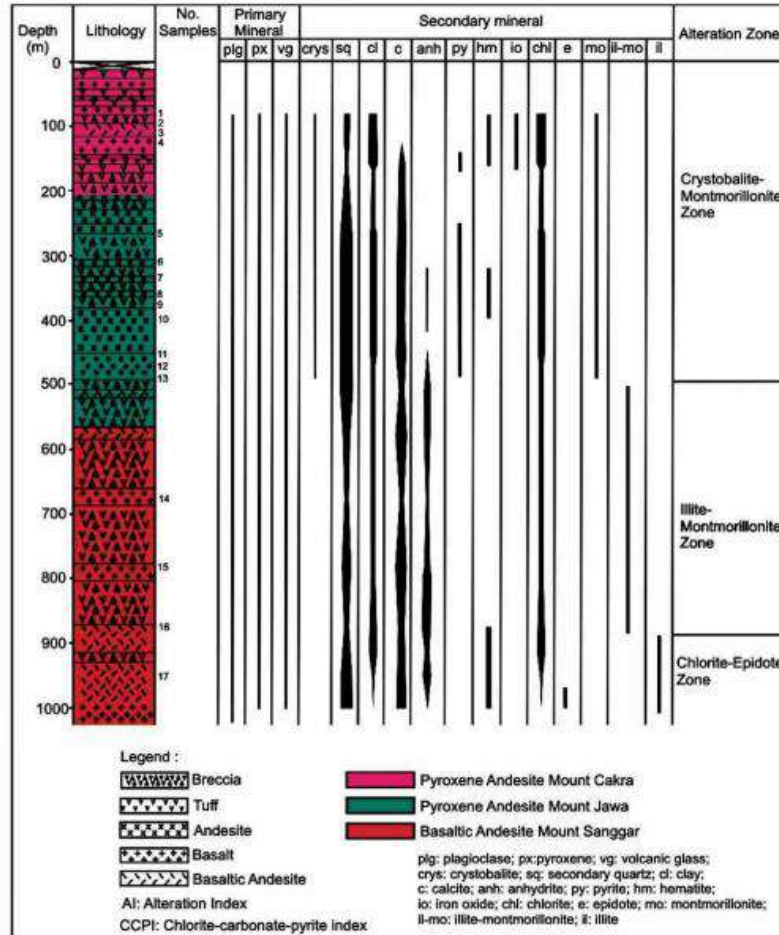


Fig. 5. Composite log of hydrothermal alteration of well KMJ-49

Alteration and Lithogeochemistry of Altered Rocks at Well KMJ-49 Kamojang Geothermal Field, West Java, Indonesia (Yudiantoro dkk, 2012)

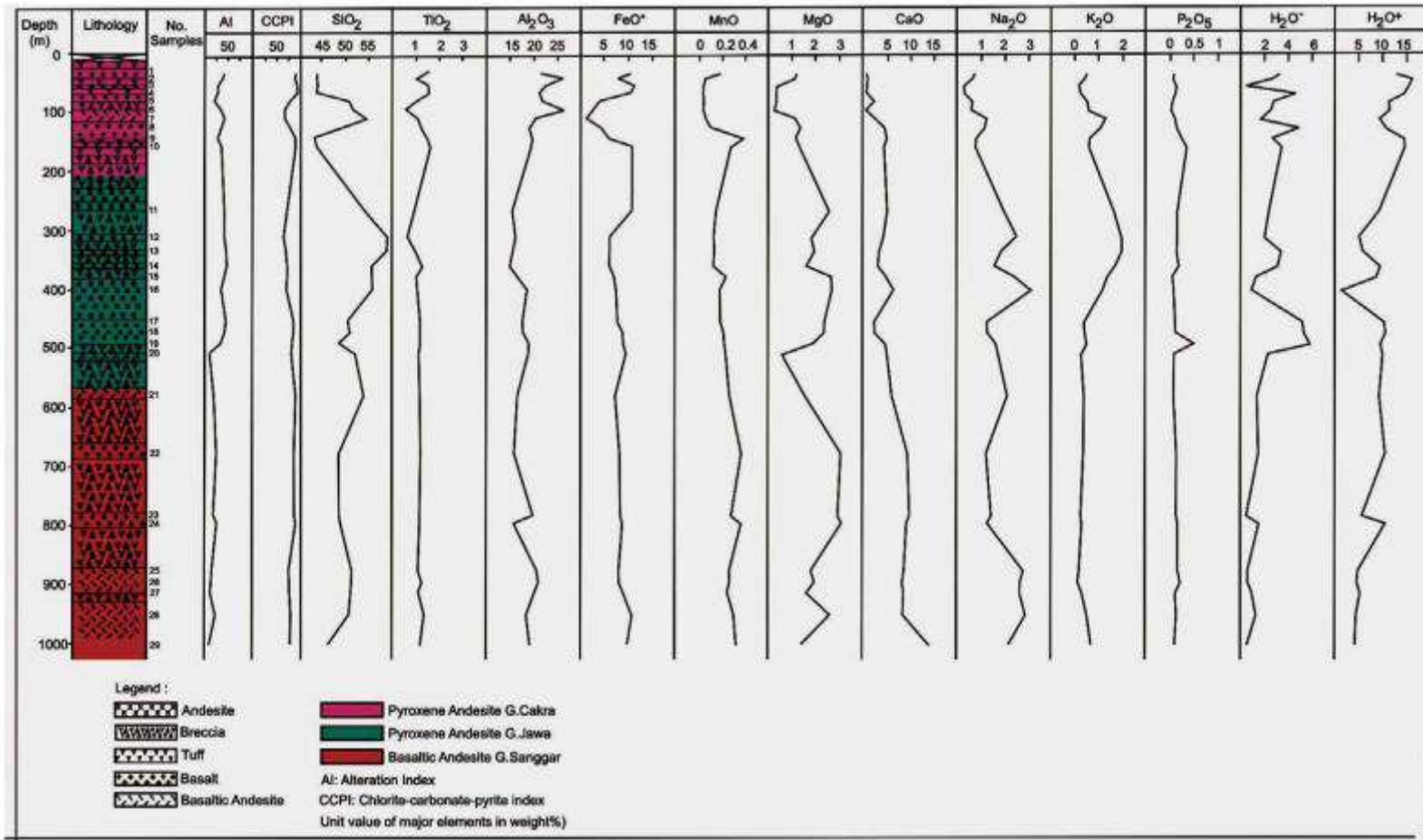
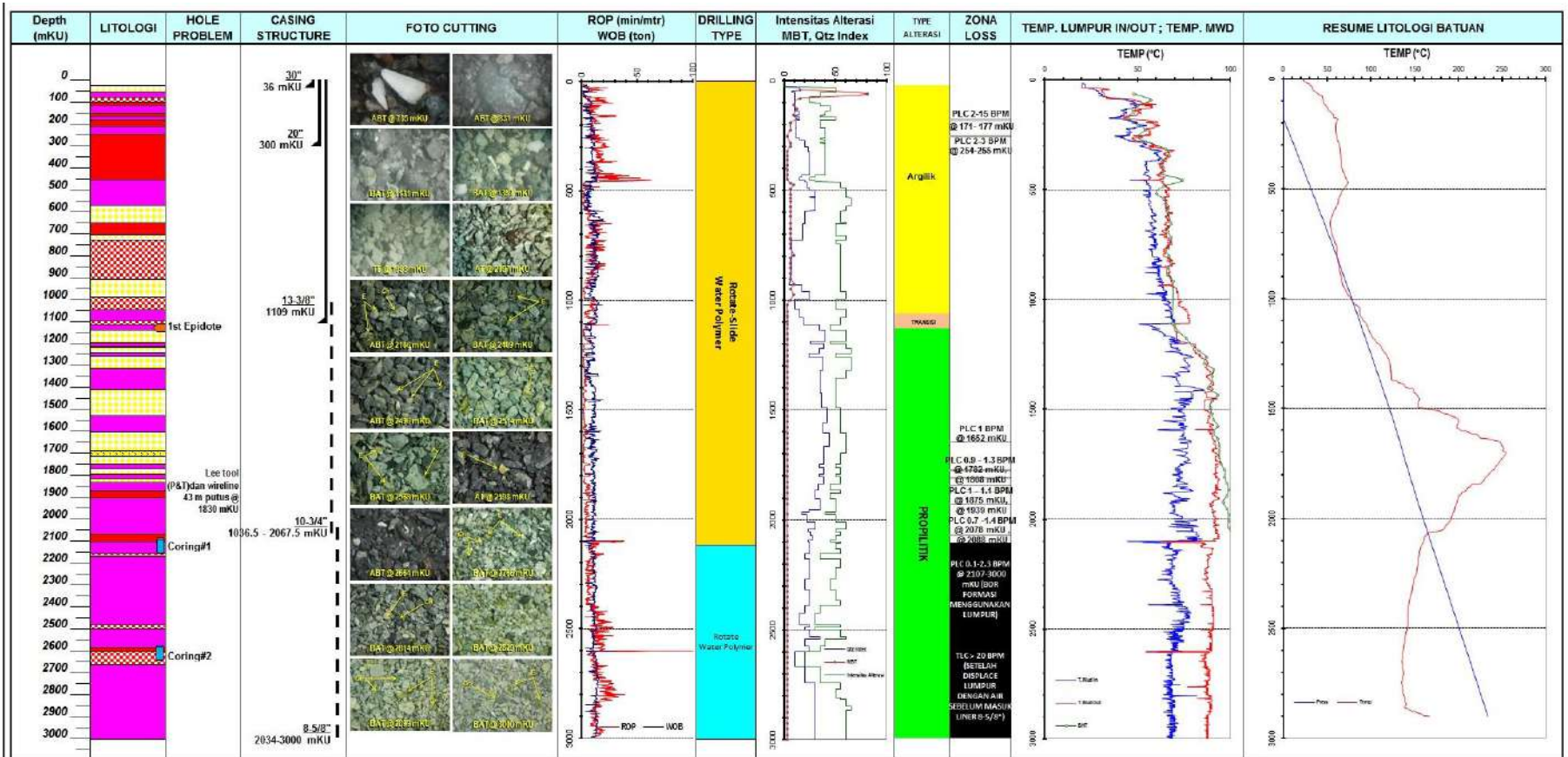


Fig. 9. Log Lithochemistry of well KMI-49



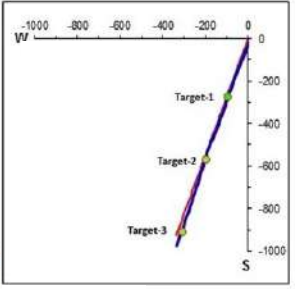
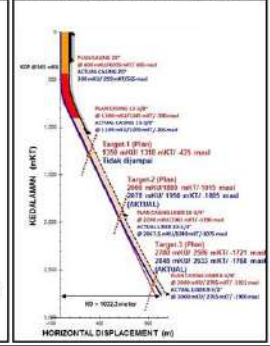
Legenda :

- : BTT (Breksi Tufa Terubah)
- : BAT (Breksi Andesit Terubah)
- : ABT (Andesit Basaltik Terubah)
- : TT (Tufa Terubah)
- : AT (Andesit Terubah)

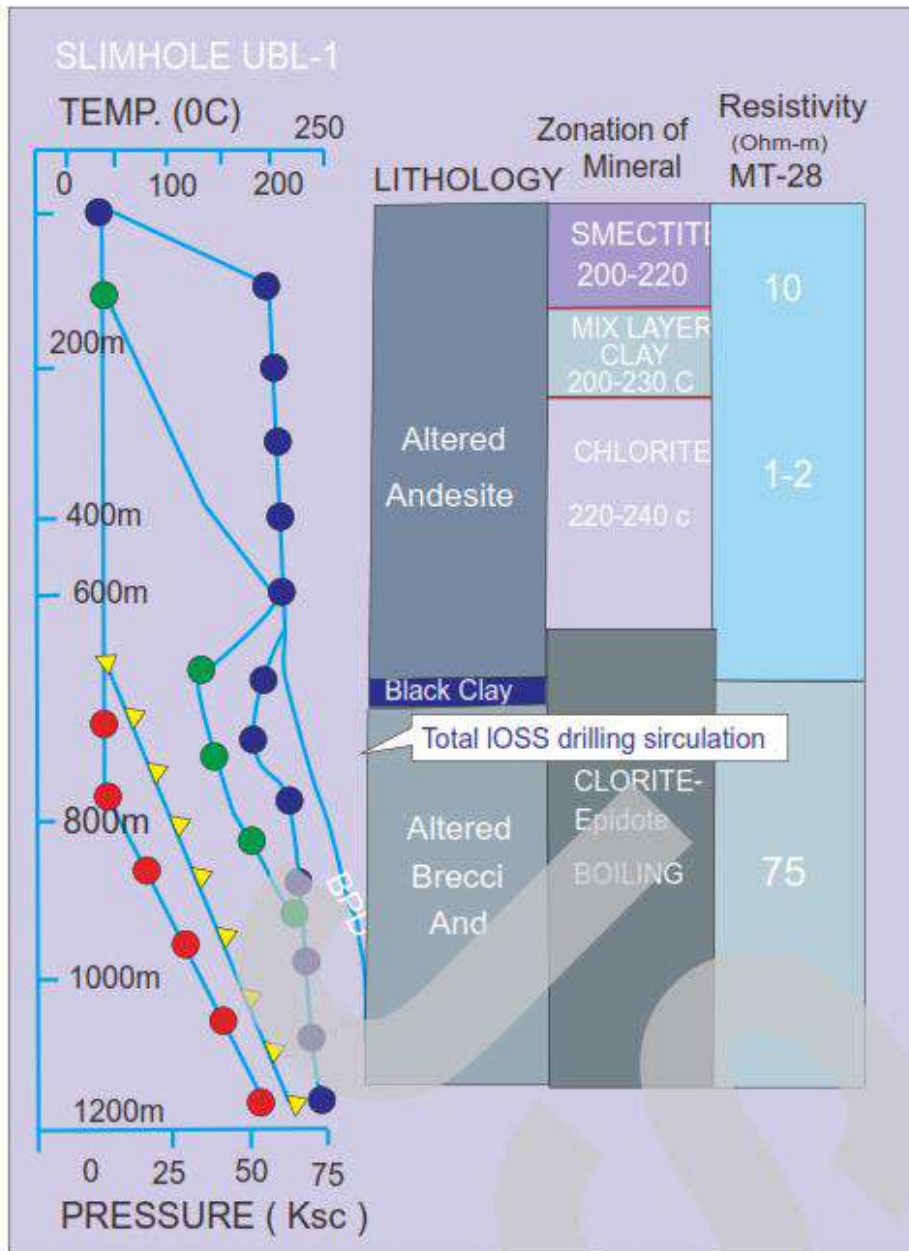
Koordinat Permukaan
Koordinat Bawah Tanah

T u j a n : Sumur Pengembangan/Make up
Tipe Completion : Sumur Big Hole
Ketinggian Lantai Bor : 9.75 m
Kedalaman Akhir : 3000 mKU / 2765 mKT
Kick Off Point : 550 mKU
Arah lubang : N 199° E
Build Up Rate : 3" per 30 m
End of Build Up : 25° pada 820 mKU / 810 mKT
Horizontal displacement : 1032.3 m

Target
Target 1 : 1350 mKU / 1288 mKT (Tidak dijumpai)
Target 2 : 2078 mKU / 1950 mKT
Target 3 : 2848 mKU / 2633 mKT



COMPOSITE LOG SUMUR



Gambar 21. Korelasi pemboran UBL-3 dengan MT memperlihatkan batuan tudung 0-10 Ohm-m dan reservoir 75 Ohm-meter pada kedalaman di atas 1200 m (Mulyadi, 2000).

TERIMAKASIH

