

# **GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN SUMUR WW-1 LAPANGAN PANAS BUMI WAISANO – WERANG MANGGARAI BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR**

*Oleh:*  
**Fredy Nanlohi, Zulkifli Boegis**  
**SUB DIT. PANAS BUMI**

---

## **ABSTRACT**

*The rock units of the WW-1 well contain intercalation of altered tuff breccia, andesite, basaltic andesite and altered tuff. Almost all of the litology derived from the Sano Nggoang caldera product. The litologies have been hydrothermally altered with intensity of weak to intense (SM/TM = 15-70%). The hydrothermal alteration indicated by processes of argillitization, oxidation with/without carbonatization, anhydritization and chloritization. The alteration type belongs to argillic – advanced argillic as cap rock/clay cap in the Waisano-Werang geothermal field.*

*Occurrence of mineral alteration in this well are as replacement of the plagioclase, mafic mineral and groundmass of the original rocks. The environment condition of the geothermal fluid are neutral to acid condition, characterized of hot water reservoir system with steam zone in the shallower depth.*

*The anomalies temperature from measurement of logging is 15,2° C/100 metres depth, indicated that there are hot geothermal fluid come from underground and the temperature increase with the increase of the depth.*

## **SARI**

*Satuan batuan pada sumur WW-1 terdiri dari selang-seling antara breksi tufa terubah, andesit, andesit basaltic dan tufa terubah. Litologi batuan umumnya berasal dari erupsi kaldera Sano Nggoang. Batuan umumnya telah mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas lemah hingga kuat (SM/TM = 15 – 75 %).*

*Ubahan hidrotermal di indikasikan oleh adanya proses argilitisasi, oksidasi dengan /tanpa karbonatisasi, anhidritisasi, kloritisasi. Jenis ubahan berupa tipe argilik – advanced argilik yang berfungsi sebagai lapisan penutup pada lapangan panas bumi Waisano-Werang.*

*Terbentuknya mineral ubahan hasil dari penggantian mineral-mineral plagioklas, mineral mafic dan masa dasar dari batuan induk. Kondisi lingkungan fluida geothermal bersifat netral hingga asam, dicirikan oleh sistem reservoir air panas dengan zone uap pada kedalaman yang relatif dangkal.*

*Dari hasil pengukuran logging temperatur anomali suhu pada sumur WW-1 sekitar 15,2 °C/ kedalaman 100 meter, menunjukkan bahwa disana terdapat aliran geothermal dibawah permukaan dengan temperaturnya meningkat terhadap kedalaman.*

## 1. PENDAHULUAN

Sumur landaian suhu WW-1 lapangan panas bumi Waisano – Werang terletak dalam wilayah Kampung Taal, Desa Waisano, Kecamatan Sano Nggoang, Kabupaten Manggarai Barat. Secara geografis terletak pada posisi 8° 41' 42" LS dan 119° 59' 48" BT, pada ketinggian ± 950 m, berjarak ± 300 m di utara danau Sano Nggoang. Inventarisasi panas bumi, penelitian geologi, geokimia dan geofisika daerah panas bumi dilakukan oleh

## 2. GEOLOGI SUMUR

Hasil analisis megaskopis serbuk bor (cutting) dan inti bor (coring) sumur landaian suhu WW-1, menunjukkan bahwa sumur landaian suhu WW-1 disusun oleh breksi tufa terubah, dengan sisipan tipis andesit terubah dan tufa terubah dan andesit basalt terubah. Selang – seling yang terjadi berulang-ulang antara breksi tufa terubah (endapan piroklastik mengandung tufa batu apung, andesit terubah dan tufa terubah (jatuhan piroklastik) mencirikan batuan / litologi berasal dari beberapa kali perioda letusan. Kemungkinan merupakan perioda hasil letusan dalam pembentukan kaldera Sano Nggoang atau batuan berasal dari produk Kaldera Sano Nggoang sendiri ataupun dari keduanya, pembentukan kaldera dan produk kaldera Sano Nggoang. Secara keseluruhan batuan telah mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas ubahan bervariasi dari lemah sampai kuat ( $SM/TM = 15 - 70\%$ ). Ubahan hidrotermal yang terjadi umumnya dicirikan oleh proses argilitisasi, oksidasi, dengan/tanpa piritisasi, silisifikasi/devitrifikasi, anidritisasi, gypsumisasi, karbonatisasi, dan kloritisasi. Hampir keseluruhan batuan mulai dari permukaan hingga kedalaman akhir (250,4 m) bersifat mudah mengembang jika terkena air ( $Swelling\ clay = 5 - 30\%$ ). Data selengkapnya mengenai litologi kedalaman dan distribusi mineral dapat dilihat pada tabel 2 dan Gb.2. Berikut adalah bahasan rinci mengenai litologi sumur WW-1.

### Breksi Tufa Terubah

Breksi tufa terubah terdapat pada kedalaman 0 – 18 m, 23 – 32 m, 36 – 42 m, 44 – 53 m, 65 – 67 m, 71 – 77 m, 80 – 86 m, 88 – 126 m, 162 – 169 m, 199 – 208 m dan 238 - 250,40 m. Inti bor menunjukkan bahwa breksi tufa terubah berwarna coklat kemerahan, abu-abu keputih-putihan hingga abu-abu kehijau-hijauan, pada beberapa kedalaman batuan bersifat kompak, padat dan keras, pada bagian lainnya batuan

Muksin, M.Ch, (1974); Akbar, N. dkk (1990), Sitorus, K. dkk (1995), Badrudin dkk (1994); A.Andan dkk (1994); Batuan tertua yang terdapat di sekitarnya terdiri dari batuan sedimen berumur Tersier, tersingkap di bagian utara daerah Werang. Batuan vulkanik Kuarter berasal dari produk kaldera SanoNggoang, pembentukan kaldera Sano Nggoang dan batuan vulkanik tua pra kaldera Sano Nggoang.

agak lunak. Fragmen menyudut – menyudut tanggung berukuran sedang – kasar terdiri dari fragmen andesit terubah (40-60%) tufa terubah (30%), kadang-kadang terdapat fragmen pumis (10-30%) berukuran beberapa millimeter hingga 5 cm (terdapat mulai kedalaman 130 – 150 m). fragmen andesit berukuran dari beberapa millimeter hingga mencapai 1 m kemungkinan sebagai bongkah andesit yang terbawa oleh aliran piroklastik atau sebagai laharik, breksi tufa ini merupakan aliran piroklastik yang berasal dari kaldera Sano Nggoang. umumnya telah mengalami ubahan hidrotermal yang didominasi oleh mineral lempung dan oksida besi (tabel 2). Mineral ubahan lainnya adalah pirit, oksida besi, kuarsa sekunder, kalsit, anhidrit dan gypsum. pada kedalaman 199 – 208 m terdapat urat-urat halus kalsit dan oksida besi yang mengisi rekahan-rekahan halus pada batuan ubahan.

### Andesit Terubah

Andesit terubah terdapat pada kedalaman 18 – 23 m, 32 – 36 m, 42 – 44 m, 53 – 54 m, 67 – 71 m, 77 – 80 m, 86 – 88 m, 208 – 211 m (tabel 2). Ketebalannya bervariasi dari 1 – 5 m kadang-kadang sebagai sisipan tipis dalam breksi tufa terubah. Diduga sebagai bagian akhir dari setiap perioda letusan dalam pembentukan kaldera SanoNggoang ataupun berasal dari produk kaldera SanoNggoang itu sendiri. Contoh inti bor menunjukkan batuan berwarna abu-abu, coklat kemerahan hingga abu-abu kehijauan tekstur umumnya porfiritik, fenokris plagioklas, piroksen dan hornblende tertanam dalam masa dasar berbutir halus hingga mikrolit plagioklas, piroksen dan gelas. Umumnya telah mengalami ubahan hidrotermal (terubah dan digantikan) menjadi mineral lempung (umumnya monmorilonit – smektit), oksida besi dengan/tanpa kalsit, klorida, pirit, kuarsa sekunder, anhidrit dan gypsum. Pada kedalaman 208 – 211 m terdapat urat-urat halus kalsit mengisi rekahan-rekahan.

### **Andesit Basaltis Terubah**

Andesit basaltis terubah terdapat hanya pada kedalaman 222 – 232 m tebalnya hanya 10 m. diduga sebagai tubuh tua gunung SanoNggoang sebelum terbentuk kaldera SanoNggoang. Batuan berwarna abu-abu kehitaman, porfiritik, fenokris plagioklas, piroksen sedikit olivin tertanam dalam masa dasar afanitik, batuan kompak dan padat, kekerasan sedang – keras. Terdapat banyak

### **Tufa Terubah**

Tufa terubah terdapat pada kedalaman 126 – 162 m, 169 – 199 m, 211 – 222 m, dan 232 – 238 m, dengan ketebalan bervariasi antara 11 – 36 m. Terdiri dari tufa lapili (dengan fragmen andesit berukuran lapili, tufa berbutir pasir kasar dan abu vulkanik. Diduga satuan tufa terubah ini merupakan bagian awal dari letusan pembentukan kaldera SanoNggoang atau sebagai hasil dari produk kaldera SanoNggoang sendiri. Batuan berwarna abu-abu kehijauan, lunak tidak terkonsolidasi bersifat swelling clay 5 – 30 % terubah hidrotermal menjadi mineral lempung, oksida besi dengan/tanpa kalsit, klorida, kuarsa sekunder, anhidrit dan gypsum. Pada kedalaman 169 – 199 m, 211 – 222 m dan 232 – 238 m ditemukan urat – urat halus kalsit dan oksida besi pengisi rekahan pada batuan.

### **3. UBAHAN HIDROTERMAL**

Mineral ubahan didominasi oleh mineral lempung (montmorilonit/smektit), oksida besi dengan/tanpa pirit, kuarsa sekunder, kalsit, anhidrit, gypsum dan klorida. Urat-urat pengisi rekahan pada batuan sangat jarang ditemukan, beberapa urat-urat halus Ca, IO dan sedikit Klorida ditemukan pada kedalaman 169 m hingga 232 m. Hal ini mencirikan bahwa batuan pada sumur WW-1 miskin rekahan, dikuatkan dengan terjadinya hilang sirkulasi yang rata-rata sangat kecil ( $PLC = < 5$  Lpm) dan hanya terjadi hilang sirkulasi sebagian yang cukup besar yaitu pada kedalaman 112-114 m ( $PLC = > 40$  Lpm).

Kehadiran mineral-mineral penunjuk temperatur tinggi tidak ditemukan. Kehadiran mineral lempung yang didominasi oleh montmorilonit/smektit terbentuk sebagai replacement dari mineral plagioklas, masa dasar/matriks dalam andesit terubah, andesit basaltis terubah breksi tufa dan tufa terubah. Pembentukan mineral lempung ini terjadi pada temperatur yang relatif rendah. Pada beberapa

rekahan halus yang terisi oleh mineral kalsit, kuarsa sekunder dan klorida. Batuan umumnya telah mengalami ubahan hidrotermal, mineral hitam terubah yang digantikan oleh pirit dan kalkopirit, sedangkan plagioklas digantikan oleh mineral lempung, kalsit dan kuarsa sekunder, bersifat swelling clay 10 % (lihat Tabel 1, Gb. 2)

sumur panas bumi yang terdapat di New Zealand, Jepang, Filipina dan negara-negara lainnya smektit/montmorilonit dapat hadir pada temperatur antara 100°-180°C.

Seperti halnya mineral lempung, oksida besi juga mendominasi sumur WW-1, terbentuk sebagai ubahan (replacement) dari mineral-mineral gelap dan masadasar/matriks pada andesit, andesit basaltis, breksi tufa dan tufa terubah. Pada beberapa sumur di Filipina oksida besi dapat hadir pada temperatur lebih kecil dari 260°C, terbentuk pada lingkungan fluida yang bersifat asam. Kehadiran pirit pada sumur WW-1, tidak pada semua kedalaman, terbentuk sebagai replacement dari masa dasar /matriks plagioklas dan mineral hitam pada andesit, andesit-basaltis tufa breksi dan tufa terubah. Pirit dapat terjadi pada kondisi lingkungan fluida bersifat asam maupun netral. Pirit tidak ditemukan sebagai urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan.

Kuarsa sekunder hadir pada hampir semua kedalaman, dapat terbentuk sebagai replacement dari hampir semua mineral pada batuan dan dapat terbentuk pada kondisi lingkungan fluida yang bersifat asam maupun netral. Kehadiran kuarsa sekunder yang cukup banyak dapat mencirikan zona permeable dengan temperatur diatas 100°C, kondisi seperti ini tidak ditemukan pada sumur WW-1, kehadiran kuarsa hanya 0-5% dari total mineral pada batuan.

Kalsit mulai hadir pada kedalaman 169 m, terbentuk sebagai replacement dari mineral plagioklas, masadasar/matriks pada andesit, andesit basaltis, breksi tufa dan tufa terubah. Terbentuk pada kondisi lingkungan fluida yang kaya CO<sub>2</sub>, fluida bersifat netral hingga agak asam. Kehadiran kalsit dapat mencirikan titik didih fluida (boiling fluid). Di Filipina kalsit terbentuk pada zona permeable (Lawless et al., 1994).

Anhidrit tidak terdapat pada semua kedalaman, terbentuk karena replacement dari plagioklas dan masadasar/matriks pada

batuan. Terbentuk pada kondisi fluida bersifat netral hingga asam. Di Filipina dan New Zealand anhidrit terbentuk pada zona permeabel terutama pada kondisi campuran fluida asam dan netral (Lawless et al., 1994)

Gypsum terbentuk sebagai replacement dari plagioklas dan masadasar/matriks pada batuan, kondisi pembentukannya pada fluida bersifat asam yang kaya sulfat. Di Filipina gypsum dapat hadir pada temperatur 20° - 110°C (Reyes, 1985 dalam Lawless, 1994).

Klorida-smektit terdapat di sumur WW-1 dalam jumlah yang relatif kecil mulai kedalaman 162 m, terbentuk sebagai replacement dari plagioklas dan masadasar/matriks pada batuan. Kehadiran klorida-smektit mencirikan pembentukannya yaitu pada lingkungan fluida bersifat netral. Biasanya mencirikan adanya sirkulasi fluida air panas pada batuan klastik yang bersifat porus seperti yang terjadi di Iceland dan Filipina (Klorit-smektit hadir pada temperatur 200-230°C di Iceland dan pada temperatur < 270°C (Lawless et al., 1994).

Dengan demikian hampir seluruh mineral ubahan yang terdapat pada sumur WW-1 merupakan fosil panas bumi karena hasil pengukuran temperatur actual hanya mencapai 46°C. Kehadiran mineral-mineral ubahan menunjukkan kondisi pembentukannya pada fluida yang bersifat asam hingga netral. Kemungkinan reservoir panas bumi di daerah ini mempunyai system air panas bertemperatur tinggi pada daerah yang lebih dalam dan pada kedalaman yang lebih dangkal terdapat zona uap. Hal ini ditunjang oleh kehadiran lapisan klorida-smektit, anhidrit dan gypsum yang mencirikan kondisi fluida bersifat netral dan adanya mineral yang terbentuk karena evaporasi dan kondensasi.

#### 4. LOGGING

Hasil pengukuran dan pengamatan dari 3 tahap logging temperatur dan tekanan pada sumur landaian suhu WW-1 menunjukkan adanya peningkatan temperatur dan tekanan selaras dengan pertambahan kedalaman sumur. Dari pekerjaan logging tahap pertama sampai kedalaman 87.95 meter, temperatur dipermukaan tanah/posisi kedalaman sama dengan nol adalah sebesar 26,8° C. Sedangkan pada dasar lubang bor (87.95 meter) adalah 28,7° C, pada posisi kedalaman ini tidak menunjukkan adanya anomali/tidak ada peningkatan temperatur yang lebih besar dari rata-rata sebesar 3° C

perseratus meter kedalaman (gradient geothermis).

Pengukuran temperatur di kedalaman 87.95 meter setelah alat direndam selama ± 8 jam pembacaan pada perendaman awal tercatat sebesar 28,7° C dan temperatur akhir 27,8° C. Secara konduksi pada kedalaman tersebut menunjukkan tidak adanya karakteristik formasi yang dapat memberikan aliran panas. Penurunan temperatur kemungkinan karena pengaruh udara luar mengingat pemboran belum begitu dalam.

Pada pengukuran logging tahap ke 2, sampai 162 meter, temperatur pada posisi permukaan (kedalaman 0 meter) adalah 18,8° C sedangkan pada dasar lubang bor temperatur maksimum (setelah perendaman) 33,4° C. Disini terlihat adanya peningkatan kenaikan temperatur yang gradientnya ± 3 kali gradient geothermis, yaitu kurang lebih 11,1°C perseratus meter kedalaman. Dari data logging tekanan diperoleh harga tekanan (P) maksimum pada dasar lubang sebesar 9 Ksc.

Pengukuran logging tahap ketiga dilakukan sampai pada kedalaman 250 meter. Disini diperoleh harga temperatur dipermukaan tanah (pada kedalaman 0 meter) sebesar 28.9°C, sedangkan pada dasar lubang bor (pada kedalaman 250 meter) adalah 46° C, dimana bila dihitung dari temperatur terukur terdapat peningkatan temperatur rata-rata kurang lebih sebesar 15.2°C perseratus meter kedalaman.

Pada pengukuran logging tekanan (P) diperoleh harga maksimum tekanan pada dasar lubang bor sebesar 18 Ksc, yang menunjukkan adanya tekanan hidrostatik dari lumpur fluida secara normal menurut perhitungan  $h \cdot 10 \times S.G.$  fluida, dimana  $h$  = ketinggian kolom fluida .diperkirakan permukaan fluida pada kedalaman antara 70-80 meter. Dari ketiga tahapan pekerjaan logging yang telah dilakukan pada sumur WW-1 tercatat ada kenaikan temperatur yang tidak begitu tinggi dibandingkan dengan gradient geothermis. Temperatur ekstrapolasi menurut metoda 'Hornes plot' adalah sebesar 53° C yang diasumsikan sebagai temperatur formasi pada lubang bor.

Dengan pertambahan kedalaman lubang sumur bor, diharapkan akan didapatkan harga temperatur dan tekanan yang lebih besar dan memadai untuk kriteria lubang bor yang prospek dalam pemboran panas bumi.

## 5. KESIMPULAN

Litologi sumur WW-1 terdiri dari selang-seling breksi Tufa terubah, andesit terubah, andesit basaltis terubah dan tufa terubah dengan intensitas ubahan lemah hingga kuat (SM/TM=15-70%) didominasi oleh proses argilitisasi, oksidasi dengan/tanpa piritisasi, silisifikasi/ devitrifikasi, karbonatisasi, kloritisasi, anhidritisasi, dan gipsumisasi. Batuan bersifat swelling clay pada hampir semua kedalaman sumur. Tipe ubahan adalah argilitisasi dan berfungsi sebagai batuan penutup panas atau "cap rock/clay cap"

Hampir seluruh mineral ubahan merupakan fosil, umumnya terbentuk sebagai hasil replacement plagioklas dan masadasar/matrik pada semua batuan/litologi. Likungan pembentukan mineral ubahan menunjukkan kondisi fluida bersifat netral hingga asam yang mencirikan pembentukannya pada system air panas bertemperatur tinggi dan sistim uap.

Hasil pengukuran logging temperatur menunjukkan ada anomali yang relatif kecil yaitu sebesar 15,2°C pada setiap penurunan kedalaman 100 meter. Dengan temperatur ekstrapolasi menurut metoda Horner Plot sebesar 53°C.

## DAFTAR PUSTAKA

Bernhard W. Seubert, 1995: The Wellsite Guide An Introduction to Geological Wellsite operations Appendix A. Checklist Mudlogging 138p

Browne, P.R.L. and Ellis, A.J. 1970: The Ohaki Broadlands Hydrothermal Area, New Zealand; Mineralogy and Associated Geochemistry American Journal of Science 269: 97 – 131

Browne, 1970 : Hydrothermal alteration as an aid in investigating Geothermal fields. Geoth. Special issue.

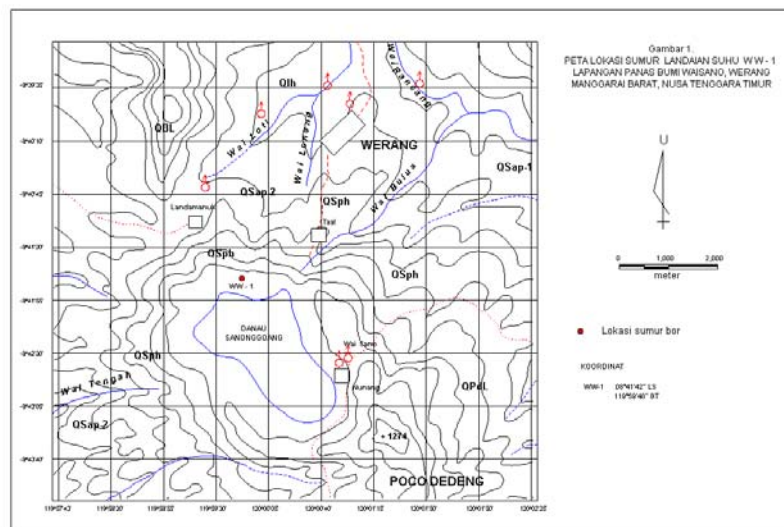
-----, 1995 : Hydrothermal Alteration and Geothermal Systems. Lecture of geothermal student, Auckland University. NZ.

Lawless, J.V, White, B.J and Bogie, I. 1994: Important Hydrothermal Minerals and their Significance 1 – 30 p, Kingston Morrison, Fifth Edition

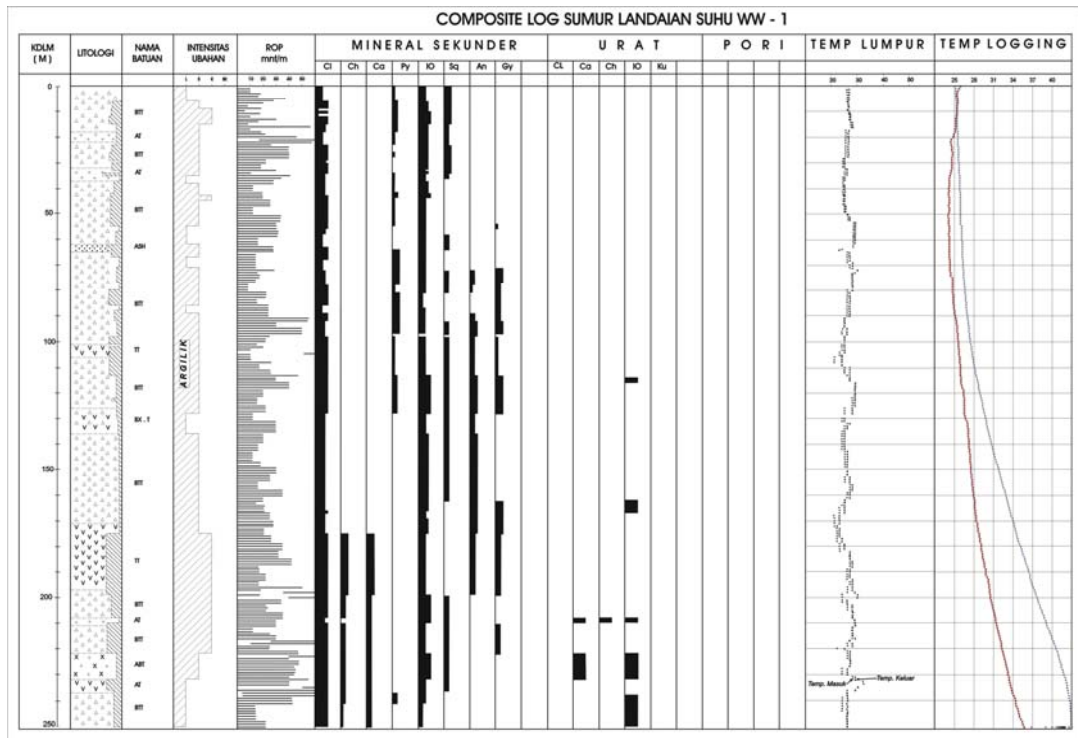
Stainer, A, 1977: The Wairakei Geothermal Area, North Island, New Zealand: It's Subsurface Geology and Hydrothermal Rock Alteration, New Zealand Dept. of Science and Industrial Research. New Zealand Geological Survey Bulletin, 90p.

Nanlohy, F. ,2000, Subsurface Geology of The Mataloko Shallow Well (MTL- 01) The Mataloko Geothermal Field, Ngada, NTT, Flores-Indonesia. IAVCEI (18-22 July 2000), Bali-Indonesia.

Sitorus K, F. Nanlohy, 2001, Drilling Activity in The Mataloko Geothermal Field, Ngada, NTT, Flores, Indonesia. Proceeding of 5 th INAGA annual scientific conference and exhibitions. Yogyakarta, March 7-10, 2001.



Gb. 1. Peta Lokasi Sumur WW-1, Lapangan Panas Bumi Waisano Werang,



Gb.2. Composite Log Sumur WW-1, Lapangan Panas Bumi Waisano Werang Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur

**Tabel 1.** Distribusi Mineral Ubahan (%) Sumur WW-1, Lapangan Panas Bumi Waisano Werang, NTT.

KEDALA MAN (m)	LITOLOGI	$SM/TM$ (%)	CL (%)	Ca (%)	CH (%)	PY (%)	IO (%)	SQ (%)	An (%)	Gy (%)	URAT	SWELLING (%)
0 - 6	BTT	15	4	-	-	1	5	5	-	-	-	-
6 - 9	BTT	40	25	-	-	2	10	3	-	-	-	Sw = 20%
9 - 12	BTT	50	20	-	-	2	25	3	-	-	-	Sw = 20%
12 - 18	BTT	60	45	-	-	2	10	3	-	-	-	Sw = 15%
18 - 23	AT	40	25	-	-	-	15	-	-	-	-	Sw = 5%
23 - 32	BTT	55	35	-	-	-	10	5	3	2	-	Sw = 15%
32 - 36	AT	40	25	-	-	-	10	5	-	-	-	Sw = 10%
36 - 42	BTT	50	20	-	-	-	25	2	3	-	-	Sw = 15%
42 - 44	AT	40	28	-	-	5	2	3	2	-	-	Sw = 20%
44 - 53	BTT	35	23	-	-	1	10	-	1	-	-	Sw = 20%
53 - 54	AT	25	10	-	-	5	5	2	1	2	-	Sw = 10%
65 - 67	BTT	35	23	-	-	1	10	-	1	-	-	Sw = 20%
67 - 71	AT	25	10	-	-	5	5	-	3	2	-	Sw = 5%
71 - 77	BTT	50	22	-	-	5	15	3	2	3	-	Sw = 10%
77 - 80	AT	40	26	-	-	1	7	2	1	3	-	Sw = 5%
80 - 86	BTT	50	32	-	-	5	10	-	1	2	-	Sw = 25%

KEDALA MAN (m)	LITOLLO GI	<sup>SM</sup> / <sub>TM</sub> (%)	CL (%)	Ca (%)	CH (%)	PY (%)	IO (%)	SQ (%)	An (%)	Gy (%)	URAT	SWELLING (%)
86 - 88	AT	35	20	-	-	5	7	-	1	2	-	Sw = 5%
88 - 97	BTT	40	18	-	-	7	5	3	3	4	-	Sw = 10%
97 - 114	BTT	40	27	-	-	1	7	2	2	1	-	Sw = 25%
114 - 126	BTT	50	18	-	-	1	20	1	7	3	-	Sw = 15%
126 - 162	TT	25	15	-	-	-	5	2	3	-	-	Sw = 5 %
162 - 169	BTT	40	20	-	1	-	15	2	2	-	-	Sw = 5%
169 - 199	TT	70	45	10	2	-	8	-	3	2	Ca, IO	Sw =30%
199 - 208	BTT	60	25	10	1	-	20	3	1	-	Ca, IO	Sw = 10%
208 - 211	AT	65	15	3	-	-	45	2	-	-	Ca	Sw = 10%
211 - 222	TT	60	45	3	2	-	6	-	-	4	Ca, IO	Sw = 30%
222 - 232	ABT	60	25	2	2	-	28	3	-	-	Ca, IO	Sw = 10%
232 - 238	TT	50	35	5	1	-	7	2	-	-	-	Sw = 30%
238 - 250.4	BTT	50	40	2	1	2	5	-	-	-	-	Sw = 15%