

**PEMBORAN SUMUR LANDAIAN SUHU SWW-1 LAPANGAN PANAS BUMI SUWAWA  
KABUPATEN BONEBOLANGO - GORONTALO**

**Fredy Nanlohi, Dikdik R.  
Kelompok Program Penelitian Panas Bumi**

**ABSTRAK**

Stratigrafi sumur tersusun oleh endapan alluvial (0-34 m), breksi polimik tidak berubah hingga terubah lemah (34-120 m) dan breksi polimik terubah sedang hingga sangat kuat (120-250 m). Struktur geologi dicirikan oleh adanya rekahan-rekahan halus yang umumnya telah terisi oleh urat oksida besi.

Ubahan hidrotermal hanya terjadi mulai kedalaman 120m hingga 250 m, dimana batuan terubah oleh proses argilitisasi, oksidasi dengan/tanpa anhidritisasi, kloritisasi, karbonatisasi, dan piritisasi. Pembentukan batuan ubahan sebagai hasil replacement dari mineral utama pada batuan dan matrik/masa dasar batuan. Intensitas ubahan sedang hingga sangat kuat (SM/TM= 40-80%)

Selama tiga tahapan pengukuran logging temperatur, yaitu pada kedalaman 100 m, 150 m dan 250 m menunjukkan kecenderungan yang relatif meningkat seiring dengan penambahan kedalaman sumur. Anomali gradient temperatur sekitar 14°C pada setiap penambahan 100 m kedalaman sumur.

Batuan dari kedalaman 0 – 120 m belum mengalami ubahan hidrotermal hingga terubah lemah bersifat sebagai lapisan penutup atau *overburden*. Dari kedalaman 120 – 250 m merupakan breksi polimik dengan tipe ubahan argilik berfungsi sebagai batuan penudung panas (*cap rock/clay cap*).

Pemboran sumur landaian suhu SWW-1 telah menembus zona ‘up flow’ dicirikan adanya peningkatan temperatur seiring penambahan kedalaman sumur.

**PENDAHULUAN**

Sunur landaian suhu SWW-1 terletak ± 12 Km di sebelah timur kota Gorontalo, ± 500 m di sebelah utara manifestasi panas bumi Libungo, berada pada posisi geografis 123° 08' 28,726" Bujur Timur dan 00° 31' 27,086" Lintang Utara. atau pada posisi koordinat UTM 515724 mE dan 57939 mN (zona UTM 51, N) dengan ketinggian ± 18,5 m dpl (**Gb. 1**).

Penentuan lokasi sumur SWW-1 didasarkan atas hasil penyelidikan terpadu yang menunjukkan beberapa anomali seperti anomali Hg dan CO<sub>2</sub>, anomali gravity, adanya nilai resistivity rendah di sekitar pemunculan manifestasi panas bumi Libungo dan hasil pengukuran head-on menunjukkan bidang sesar Libungo berarah ke utara (Tim terpadu Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, 2005). Sumber panasnya sendiri berasal dari sisa magma pembentuk tubuh vulkanik Pinogoe yang berumur Kuartir bawah. Dengan demikian lokasi sumur SWW-1 berada pada zona up-flow dalam lingkungan daerah prospek Libungo.

Dengan mengetahui anomali gradient termal di daerah ini dan fluida hidrotermal yang mempengaruhi pembentukan batuan ubahan,

maka dapat diinterpretasi bahwa di bawah permukaan terdapat suatu batuan reservoir dengan fluida hidrotermal (air panas/uap) bertemperatur cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) di masa yang akan datang.

**HASIL PENYELIDIKAN TERDAHULU**

Secara umum penyebaran batuan di daerah panas bumi Suwawa di bagian utara disusun oleh batuan Plutonik seperti Granit, Diorit. Sedangkan di bagian selatan didominasi batuan produk Bilungala dan batuan vulkanik Pinogoe berumur Tersier Atas-Kuartir Bawah /Andesit, piroklastik (**Gb. 2**)

Hasil Penyelidikan Geokimia Panas Bumi di daerah Suwawa menunjukkan bahwa mata air panas daerah Libungo mempunyai tipe air klorida dan Lombongo mempunyai tipe air sulfat sedangkan Pangi mempunyai tipe klorida - sulfat dan berada di daerah *immature waters*. Data isotop Oksigen-18 dan Deuterium mengindi-

kasikan bahwa mata air panas tersebut telah dipengaruhi oleh air meteorik.

Berdasarkan data tersebut disimpulkan bahwa sistem air panas daerah Suwawa terletak pada zona *up flow*, dengan suhu bawah permukaan sebesar 150-188 ° C. Sebaran Hg tanah dan CO<sub>2</sub> udara tanah terdapat di beberapa tempat berupa kantong-kantong. Konsentrasi cukup tinggi dijumpai di daerah Libungo, Bulontala, dan

Lombongo. Kontur sebaran Hg dan CO<sub>2</sub> dengan nilai tinggi terdapat pada daerah prospek seluas ± 2.5 km<sup>2</sup>.

Pola anomali magnet total sisa didaerah penyelidikan dipengaruhi oleh perbedaan nilai kerentanan magnetik batuan dan susunan atau komposisi batuan dibawah permukaan yang erat kaitannya dengan kejadian-kejadian geologi yang pernah terjadi seperti sesar, ubahan dan intrusi dan mineralisasi batuan.

Mata air panas Libungo, Lombongo dan Pangi berlokasi pada daerah transisi antara anomali magnet sedang dan rendah (antara -100 sampai -250 gamma) yang mengindikasikan telah terjadi proses demagnetisasi akibat proses panas dibawah permukaan (proses hidrotermal).

Zona anomali magnet tinggi di baratdaya mata air panas Libungo dan di selatan mata air panas Lombongo, masing-masing diperkirakan berkaitan dengan batuan vulkanik Andesit-dasitan Bilungala dan intrusi berulang batuan diorit Bone yang mengandung mineral magnetik.

Anomali gaya berat Bouguer mengidentifikasikan adanya suatu struktur depressi (graben) berarah baratlaut-tenggara.

Hal tersebut jelas terlihat dari kelurusan kontur dengan harga anomali rendah di bagian tengah dan anomali tinggi dibagian utara dan selatan.

Daerah prospek untuk potensi panas bumi terdapat di bagian timur dengan harga anomali gaya berat sedang atau cenderung rendah (berkisar antara 82 mgal s.d. 90 mgal pada peta anomali Bouguer dan antara -5 mgal s.d. 1 mgal pada peta anomali sisa).

Harga anomali sedang sampai rendah yang terdapat di bagian barat ditafsirkan sebagai defleksi batuan sedimen dan atau alluvial yang cukup tebal, Hal tersebut lebih jelas dilihat dari adanya Danau Perintis.

Berdasarkan interpretasi kualitatif dari pola anomali gaya berat Bouguer dan anomali Sisa,

serta interpretasi kuantitatif model PNP1, PNP2, dan PNP3 dapat diperkirakan bahwa sumber panas (*heat source*) terdapat di bagian bawah daerah prospek tersebut.

Struktur sesar berdasarkan penyelidikan head on pada lintasan P, ditemukan di beberapa tempat yaitu di bawah titik ukur P-2800, P-2300, P-2100, P-1400, dan P-1200. Struktur yang berada di bawah titik P-2300 dijumpai pada kedalaman 100 – 400 m yang menunjam ke bawah dengan sudut kemiringan sekitar 60°. Struktur pada titik lain hanya muncul di permukaan sampai kedalaman ±100 m.

Struktur di lintasan Q terdapat di titik ukur Q-2100, menunjam ke arah selatan dengan kemiringan rata-rata ± 75° sampai kedalaman ± 425 m. Selain itu dijumpai juga di bawah titik Q-1700 yang menunjam ke Q-1800 dengan kemiringan ± 70° ke arah utara dan berlanjut tegak ke bawah sampai kedalaman ± 450 m.

Nilai tahanan jenis semu atau resistiviti semu dalam penggambaran penampang resistiviti semu ini dibagi menjadi tiga kelompok seperti dalam pemetaan resistiviti yaitu **a)** kelompok resistiviti rendah <30 Ωm, **b)** kelompok resistiviti sedang antara 30 – 100 Ωm dan **c)** kelompok resistiviti tinggi > 100 Ωm.

Nilai resistiviti sebenarnya dibagi menjadi 3 kelompok yaitu a) kelompok resistiviti rendah < 15 Ωm dan 15 s.d. < 40 Ωm, b) kelompok resistiviti sedang 40 s.d. < 200 Ωm dan c) kelompok resistiviti tinggi > 200 Ωm.

Lapisan yang diduga sebagai lapisan penutup adalah lapisan ketiga dengan kedalaman puncak lapisan antara 200 s.d. 800 m dan tebal 150 s.d. 350 m. Lapisan ini disusun oleh kelompok resistiviti rendah <15 Ωm dan 15 s.d. <40 Ωm.

Lapisan reservoir bagian atas diduga terisi oleh kelompok resistiviti sedang 40 s.d. < 200 Ωm dengan kedalaman puncak lapisan antara 350 s.d. 700 m.

## HASIL PEMBORAN

### Konstruksi Sumur

Secara garis besar kegiatan pemboran diawali dengan bor formasi pakai tricone bit 7 5/8” dari permukaan sampai kedalaman 6 m, cabut rangkaian TB 7 5/8” sampai permukaan, masuk casing 6” (casing pelindung dari permukaan

sampai kedalaman 6 m, semen permukaan casing dan TSK. Masuk rangkaian TB 5 5/8" sampai kedalaman 6 m, bor formasi sampai kedalaman 103 m, cabut rangkaian sampai permukaan, masuk casing 4" dari permukaan, duduk di 60 m, usaha masuk lebih dalam, tidak berhasil, lakukan set dan semen casing 4" di kedalaman 60 m dan TSK. Masuk rangkaian CB + HQ sampai kedalaman 58 m, bor semen hingga kedalaman 60 m, lanjut bor formasi (coring) hingga kedalaman 250 m. Konstruksi sumur SWW-1 disajikan pada **Gb. 3**.

### **Geologi Sumur**

Stratigrafi sumur dangkal SWW-1 tersusun oleh dua satuan stratigrafi (dari tua ke muda) adalah Breksi Polimik dan endapan aluvial. Breksi polimik dapat dibedakan menjadi dua yaitu Breksi polimik tidak berubah hingga berubah lemah dan breksi polimik berubah sedang hingga sangat kuat (**Gb. 4**)

#### ***Breksi Polimik***

Ditemukan dua macam breksi polimik yaitu breksi polimik yang tidak berubah hingga berubah lemah dan breksi polimik berubah sedang hingga sangat kuat.

***Breksi polimik tidak berubah hingga berubah lemah***, ditemukan pada selang kedalaman antara 34 m hingga 120 m, berwarna abu-abu, umumnya lapuk, fragmen menyudut-menyudut tanggung, berukuran maksimum 30 cm (diameter), umumnya kompak dan keras, kemas tertutup, terpilah buruk, semen/matrik terdiri dari pasir tufaan, rapuh dan mudah rontok. Sebagian dari breksi ini berubah lemah menjadi mineral lempung dan oksida besi, bersifat sticky-swelling clay, maksimum 15%.

***Breksi polimik berubah sedang hingga sangat kuat***, ditemukan pada kedalaman 120 – 250 m, terdiri dari breksi polimik yang sama dengan di bagian atas. Umumnya teroksidasi sangat kuat hingga kandungan paleosol mencapai maksimum 65%, terutama pada kedalaman antara 160-165 m. Batuan bersifat sticky-swelling clay maksimum 40%. Batuan berubah hidrotermal menjadi mineral lempung, oksida besi, anhidrit, kadang-kadang pirit, kalsit dan klorit. Intensitas ubahan sedang hingga sangat kuat (SM/TM=40-80%).

### **Endapan Aluvial**

Batuan berwarna abu-abu kotor, terdiri dari bermacam-macam jenis batuan hasil pelapukan dari batuan yang lebih tua dalam berbagai ukuran mulai dari lumpur, pasir, krakal hingga bongkah. Batuan bersifat lepas (unconsolidated materials), terdiri dari andesit/diorit dan dasit/granodiorit serta material pasir lepas. Merupakan endapan teras sungai yang cukup tebal, bersifat purus dan permeable. Endapan alluvial ini ditemukan dari permukaan hingga kedalaman 34 m, Endapan aluvial ini belum mengalami ubahan hidrotermal, tetapi beberapa fragmen batuan telah mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas lemah hingga kuat.

Gejala struktur geologi pada sumur bor dapat diindikasikan dari adanya breksiasi, milonitisasi, adanya hilang sirkulasi pada lumpur pembilas (TLC/PLC), adanya drilling break dan lain sebagainya.

Selama proses pemboran sumur landaian suhu SWW-1 dari permukaan hingga kedalaman akhir (225 m) tidak terjadi hilang sirkulasi loss) baik hilang sirkulasi sebagian (PLC) maupun hilang sirkulasi total (TLC).

Kondisi batuan yang terlihat pada inti bor (core) dari kedalaman 60 sampai dengan 250 m tidak menunjukkan adanya rekahan – rekahan yang disebabkan oleh adanya tektonik. Hanya sebagian dari fragmen breksi yang berukuran bongkah menunjukkan adanya rekahan-rekahan yang umumnya terisi oleh urat-urat oksida besi. Kemungkinan pembentukan rekahan-rekahan tersebut telah terjadi pada batuan induknya sebelum menjadi breksi. Kemungkinan lain, batuan telah jenuh air, sehingga rekahan terisi air dan tidak menyebabkan terjadinya hilang sirkulasi. Dengan demikian sumur SWW-1 dapat dikatakan miskin rekahan/struktur.

### **UBAHAN HIDROTERMAL**

Pembentukan mineral ubahan hidrotermal pada sumur SWW-1 sangat miskin karena hanya terdapat beberapa mineral ubahan saja seperti mineral lempung, oksida besi, sedikit anhidrit, pirit dan klorit. Secara keseluruhan kehadiran mineral ubahan dari kedalaman 34 – 250 m dicirikan oleh adanya proses argilitisasi, oksidasi, dengan/tanpa piritisasi, karbonatisasi, kloritisasi, anhidritisasi (**Gb 4**).

Jenis mineral ubahan yang ditemukan pada sumur SWW-1 adalah :

- Mineral Lempung (Cl), terdapat hampir pada semua kedalaman dari 34 – 225 m dalam jumlah sedang hingga sangat banyak (5 – 45 %) umumnya terbentuk karena proses argilitisasi sebagai replacement (terubah dan tergantikan) dari mineral utama pada batuan andesit dan dasit serta dari masa dasar/matrik breksi.
- Oksida Besi (IO), terdapat pada hampir semua kedalaman mulai dari kedalaman 34 – 250 m dalam jumlah relatif sedikit hingga berlimpah (5– 70 %). Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik batuan, sebagian sebagai urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan (Vein).
- Anhidrit (An), terdapat pada kedalaman tertentu saja dalam jumlah relatif sedikit (1 – 5 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik pada batuan breksi polimik.
- Kalsit /Karbonat (Ca), terdapat hanya pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 125-130 dan 174 – 176 m (3-15%) Terbentuk sebagai ubahan hidrotermal terubah dan digantikan dari mineral utama pembentuk batuan dan matrik/masa dasar breksi.
- Klorit (Ch), terdapat pada kedalaman tertentu saja yaitu pada selang kedalaman antara 150 - 165 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 3 %). Umumnya terbentuk dari hasil replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik.
- Pirit (Py), terbentuk pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 155-170 m dalam jumlah relative sedikit (1 – 2 %), terbentuk sebagai replacement dari mineral utama dan masa dasar/matrik pada batuan. Hanya sebagian kecil sebagai pengisi rekahan pada batuan (vein).

## PEMBAHASAN

Stratigrafi sumur landaian suhu SWW -1 dibangun oleh satuan endapan aluvial dan breksi polimik Breksi polimik dapat dipisahkan menjadi breksi polimik yang tidak terubah hingga terubah

lemah dan breksi polimik terubah sedang hingga sangat kuat.

Hasil penyelidikan terpadu, menunjukkan bahwa sesar Libungo tempat pemunculan mata air panas Libungo berada di selatan sumur landaian suhu SWW-1. Daerah di sekitar sumur SWW-1 merupakan bagian dari bidang sesar yang relatif bergerak turun. Selama proses pemboran tidak terjadi hilang sirkulasi (loss) baik hilang sirkulasi sebagian (PLC) ataupun total (TLC). Jenis batuan di daerah ini adalah breksi polimik yang relatif porus dan permeabel hingga kecenderungan terjadinya hilang sirkulasi akan lebih besar, tetapi dalam kenyataannya tidak terjadi hilang sirkulasi. Kemungkinan rekahan yang ada telah terisi dan jenuh air, sehingga tidak terjadi loss. Dengan tidak terjadinya hilang sirkulasi, maka sumur SWW-1 hingga kedalaman 250 m dapat dikatakan miskin rekahan/struktur. Secara keseluruhan batuan yang mengalami ubahan hidrotermal hanya terjadi mulai kedalaman 120 m hingga 250 m dengan intensitas sedang – sangat kuat, (SM/TM = 25 – 80%).

Mineral ubahan hidrotermal yang terdapat pada sumur SWW-1 umumnya terbentuk sebagai hasil replacement mineral utama pembentuk batuan seperti plagioklas, feldspar dan masa dasar/matrik. Mineral ubahan hidrotermal yang umum ditemukan di sumur SWW-1 adalah mineral lempung, oksidasi besi, kadang-kadang anhidrit, kalsit, pirit dan klorit.

Mineral lempung terdiri dari mineral lempung yang terbentuk pada temperatur relatif rendah, seperti montmorilonit dan

smektit. Mineral lempung ini bukan sebagai penunjuk temperatur tetapi pada beberapa laporan panas bumi didunia seperti di New Zealand, Cerro Prieto, Pilipina, Jepang, Iceland dan lapangan panas bumi lainnya mineral lempung jenis smektit dapat hadir pada temperatur antara 100 – 200 °C .

Khusus untuk sumur SWW-1 kemungkinan smektit terbentuk pada temperatur rendah, temperatur akhir dari hasil logging hanya sebesar 65,1 °C, menunjukkan bahwa smektit / montmorilonit sebagai fosil hidrotermal yang terbentuk masa lalu. Di New Zealand Anhidrit ditemukan stabil pada temperatur  $\pm 140$  °C (Brown, 1993).

Kalsit hanya terdapat pada kedalaman tertentu saja dalam jumlah relatif sedikit (1 – 15 %)

terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan matrik/semen. Kalsit bukan merupakan mineral penunjuk temperatur, tapi dapat hadir dari temperature rendah hingga temperatur 300 °C di New Zealand sedangkan di Piliphina kalsit jarang ditemukan.

Oksida besi terdapat sebagai replacement dari mineral utama dan masadasar/matrik pada batuan, sebagian sebagai vein. Pirit dapat hadir hingga temperatur lebih kecil dari 240 °C.

Dari kehadiran mineral ubahan pada sumur SWW-1 dapat ditarik kesimpulan bahwa hampir keseluruhan mineral ubahan merupakan mineral ubahan hidrotermal yang terbentuk pada fluida yang bersifat netral dengan temperatur pembentukan relatif rendah (100 °C). Selama proses pengeboran peningkatan temperatur lumpur pembilas tercatat hanya normal-normal saja, dimana selisih temperatur masuk/keluar ( $\Delta$ ) antara 1- 4 °C.

Dari grafik temperatur hasil pengukuran logging menunjukkan kecenderungan meningkat sesuai pertambahan kedalaman sumur. Dengan demikian diduga panas yang berasal dari batuan reservoir, naik ke permukaan melalui media sesar normal Libungo, diteruskan ke permukaan oleh sifat fisik batuan yang porus dan permeabel dan terekam pada sumur landaian suhu SWW-1.

Secara keseluruhan, batuan dari permukaan hingga kedalaman 34 m merupakan endapan alluvial dan breksi polimik tidak berubah hingga berubah lemah pada kedalaman 34-120 m berfungsi sebagai lapisan *penutup/overburden*, batuan dari kedalaman 120 – 250 m adalah breksi polimik berubah sedang hingga sangat kuat, berfungsi sebagai batuan penudung panas atau *cap rock/clay cap* dengan tipe ubahan *argilik*.

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan analisa batuan sumur landaian suhu sumur SWW-1, lapangan panas bumi Suwawa, Kabupaten Bonebolango, Gorontalo dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Litologi sumur SWW-1 terdiri dari ; Endapan alluvial (0 – 34 m), breksi polimik tidak berubah hingga berubah lemah (34 – 120 m) dan breksi polimik berubah sedang-sangat kuat (120 – 250 m), Struktur geologi hanya

dicirikan oleh adanya rekahan-rekahan halus terisi urat oksida besi.

- Batuan dari kedalaman 0 – 120 m belum mengalami ubahan hidrotermal hingga berubah lemah bersifat sebagai lapisan penutup *atau overburden*. Dari kedalaman 120 – 250 m merupakan breksi polimik dengan tipe ubahan argilik berfungsi sebagai batuan penudung panas (*cap rock/clay cap*).
- Selama tiga tahapan pengukuran logging temperatur, yaitu pada kedalaman 100 m, 150 m dan 250 m menunjukkan kecenderungan yang naik seiring dengan pertambahan kedalaman sumur. Anomali gradient temperatur sekitar 14°C pada setiap pertambahan 100 m kedalaman sumur.
- Pemboran sumur landaian suhu MM-I telah menembus zona ‘up flow’ dicirikan adanya peningkatan temperatur seiring pertambahan kedalaman sumur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, S.Bachri, 1997 : Peta Geologi Bersistim, Lembar Kotamobagu, Sulawesi Skala 1 : 250.000, P3G Bandung.
- Bemmelen, R.W. van, 1949 : The Geology of Indonesia v.Ia General Geology of Indonesia and Adjacent archipelagoes. Govern. Print off. The Hague Netherland.
- 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 p
- Browne, P.R.L., 1970, Hydrothermal Alteration as an aid in investigating Geothermal fields. Geoth. Special issue
- , 1993, Hydrothermal Alteration and Geothermal System, Lecture of geothermal student, University of Auckland, NZ
- , 1994, An introduction to Hydrothermal Alteration, Geothermal System and Technology Course, 15 Augustus – 2 Sept 1994, Pertamina in Cooperation with Uniservices of University

PROCEEDING PEMAPARAN HASIL-HASIL KEGIATAN LAPANGAN DAN NON LAPANGAN TAHUN  
2006, PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI

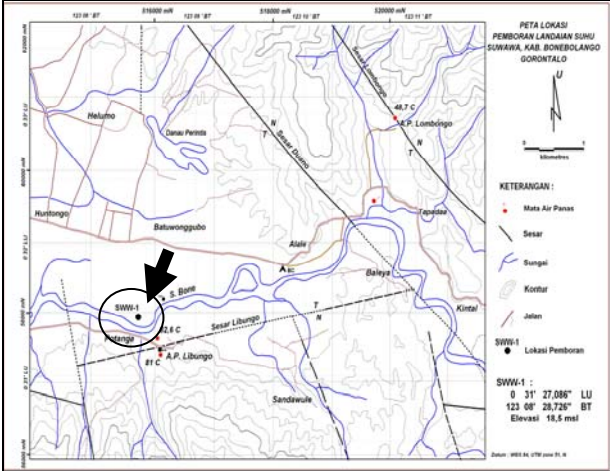
of Auckland and Yayasan Patra Cendekia,  
Cirebon, Jawa Barat

(P.Makian, P.Tidore, dan P.Halmahera),  
Daerah Gorontalo dan Kepulauan Sangihe-  
Talaut (Sulawesi Utara)

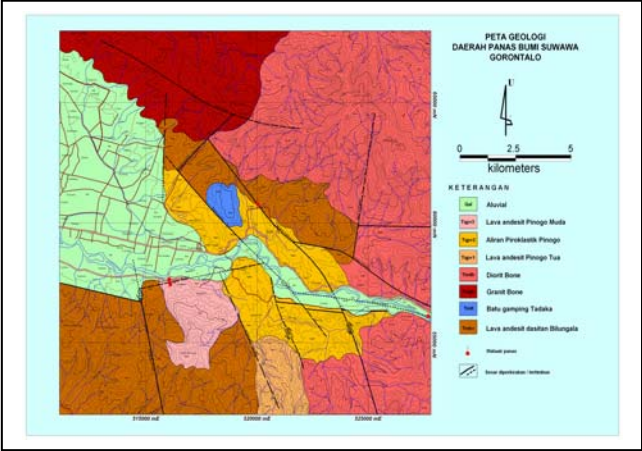
Pemerintah Povinsi Gorontalo, Dinas  
PERTAMBANGAN DAN Energi, 2003 :  
Penyelidikan Pendahuluan (Geologi dan  
Geokimia) Daerah Panas Bumi Suwawa,  
Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo.  
Laporan Kemajuan (II) Proyek Pengembangan  
Energi Baru dan Terbarukan (DAU)

Tim Survey Terpadu, 2005, Survey Penyelidikan  
Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika,  
Daerah Panas Bumi Suwawa, Kabupaten  
Bone Bolango, Gorontalo. Laporan Subdit.  
Panas Bumi, Direktorat Inventarisasi Sumber  
Daya Mineral. Tdk dipubl

Supramono dkk, 1974 : Inventarisasi Kenampakan  
Gejala Panas Bumi di Daerah Maluku Utara



Gambar. 1 Peta Lokasi Sumur Landaian Suhu SWW-1



Gambar 2 Geologi Daerah Panas Bumi Suwawa, Gorontalo

