

**SURVEI LANDAIAN SUHU SUMUR CBD-1
DAERAH PANAS BUMI CUBADAK
KABUPATEN PASAMAN, PROVINSI SUMATERA BARAT**

Robertus S. L. Simarmata, Dede Iim Setiawan, Moch. Budiraharja, Arif Munandar
Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Secara administratif sumur CBD-1, daerah panas bumi Cubadak termasuk dalam wilayah Kecamatan Duo Koto, Kabupaten Pasaman, Propinsi Sumatera Barat, atau secara geografis terletak pada posisi 610752 mT dan 33585 mU (proyeksi UTM, zona 47), elevasi kurang lebih 700 m di atas permukaan laut.

Secara umum proses ubahan yang terjadi di sumur landaian suhu CBD-1 sampai kedalaman akhir (703,90 m) masih menunjukkan ubahan berderajat rendah yang dicirikan oleh ubahan hasil proses argilitisasi, silisifikasi (devitrifikasi), oksidasi, piritisasi, dan karbonitisasi. Mineral - mineral ubahan tersebut dikelompokkan termasuk ke dalam jenis argilik (*argilic type*) yang berfungsi sebagai lapisan penudung panas (*clay cap*).

Hilang sirkulasi lumpur pembilas sebagian dan total terjadi pada kedalaman 151,50; 154,50; 475,00 dan 554,40 m. Pada interval kedalaman tersebut banyak dijumpai kekar-kekar gerus, rekahan-rekahan yang sebagian terisi oleh kuarsa sekunder, serta fragmen-fragmen andesit yang diperkirakan bahwa pada kedalaman tersebut merupakan zona struktur.

Berdasarkan temperatur formasi pada posisi kedalaman pengukuran 700 m, diperoleh harga *thermal gradient* (landaian suhu) sebesar 8,5°C/100 meter atau sekitar 3 kali gradien rata-rata bumi ($\pm 3^\circ\text{C}$ per 100 m, maka diperkirakan untuk mendapatkan temperatur bawah permukaan 190°C harus mencapai kedalaman ± 1900 m dan diinterpretasikan bahwa titik sumur CBD-1 merupakan batas pinggir dari daerah prospek.

PENDAHULUAN

Secara administratif daerah panas bumi Cubadak termasuk dalam wilayah Kecamatan Duo Koto, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat, atau secara geografis terletak pada posisi $99^\circ 55' 45'' - 100^\circ 02' 14''$ BT dan $0^\circ 22' 36'' - 0^\circ 13' 58''$ LS (Gambar 1).

Pembentukan sistem panas bumi Cubadak telah berlangsung cukup lama, hal tersebut dapat diketahui dengan ditemukannya fosil sinter silika di sekitar air panas dengan ketebalan lebih dari 10 cm dan munculnya silisifikasi yang tidak jauh dari lokasi air panas Cubadak. Dengan membandingkan temperatur reservoir saat ini dengan pembentukan alterasi pada zona propilitik maka daerah Cubadak telah mengalami proses pendinginan yang diakibatkan menurunnya aktifitas magmatik serta dominannya proses pencampuran

dan pencucian oleh air permukaan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis gas dimana tingginya konsentrasi unsur CO_2 kemungkinan oleh pengaruh air meteorik dangkal (air permukaan). Data geologi, geokimia dan geofisika digabungkan dalam peta kompilasi dan model panas bumi.

Hasil distribusi nilai densitas batuan dalam bentuk 2 D menunjukkan terdapatnya nilai densitas sekitar 2.5 gr/cm^3 pada kedalaman > 900 m yang diperkirakan sebagai batuan plutonik yang masih menyimpan panas dan berfungsi sebagai sumber panas pada sistem panas bumi Cubadak.

Data nilai tahanan jenis menunjukkan nilai tahanan jenis rendah < 20 ohmm berada pada potongan AB/2 = 500 (400 m dpl) dengan ketebalan > 400 m di daerah Cubadak dan pada kedalaman 450 m dpl dengan ketebalan > 200 m pada

daerah Sawahmudik. Posisi masing – masing lapisan yang berada di bawah mata air panas diinterpretasikan sebagai *cap rock* atau batuan impermeabel yang tidak meloloskan fluida yang mengalami alterasi jenis lempung atau batuan tersilisifikasi. Lapisan batuan penudung diperkirakan tersusun dari batuan lava yang teralterasi dengan tahanan jenis rendah <20 Ohm-m. Lapisan penudung ini penyebarannya di daerah mata air panas Cubadak ke arah mata air panas Sawah Mudik. Kedalaman lapisan penudung di sekitar mata air panas Cubadak lebih dangkal dibandingkan dengan di daerah Sawah Mudik.

Lapisan resevoir diduga tersusun dari batuan bertahanan jenis 20 – 200 Ohmm dengan puncak resevoir berada pada kedalaman sekitar 1000 meter dan tebal sekitar 1000 meter. Luas daerah prospek panas bumi sekitar 20 km².

Hasil penarikan zona prospek berdasarkan kompilasi geosain menunjukkan daerah prospek panas bumi Cubadak berada di sekitar zona struktur geologi yaitu Sesar Rantau Panjang, Sesar Andilan dan Sesar Cubadak yang berarah Baratlaut-tenggara, zona prospek di daerah Sawah Mudik dibatasi oleh kontras nilai tahanan jenis, dimana tahanan jenis rendah membentuk pola kontur menutup. Luas daerah prospek panas bumi Cubadak berada di sekitar mata air Cubadak dan mata air panas Sawah Mudik dengan luas sekitar 20 km² (Gambar 2) dan potensi energi panas bumi di daerah Cubadak sekitar 70 MWe dan termasuk pada kelas cadangan terduga.

METODOLOGI

Melakukan pengeboran sumur CBD-1 sedalam 703,90 m untuk mengetahui serta mempertegas batas zona prospek di daerah panas bumi Cubadak (Gambar 3), khususnya dalam rencana penentuan lokasi sumur eksplorasi atau sumur eksploitasi tahap berikutnya dengan tujuan survei landaian

suhu adalah untuk mendapatkan data - data bawah permukaan (*sub surface*) yang meliputi landaian suhu (*thermal gradient*), litologi, mineral ubahan, intensitas, dan tipe ubahan, serta sebagai pembuktian dari hasil penyelidikan terpadu sebelumnya.

Ruang lingkup pekerjaan sumur CBD-1 meliputi kegiatan pengeboran, geologi sumur (*well site geology*), dan pengukuran *logging* temperatur pada kedalaman 150, 335, 501 dan 700 m.

HASIL PENYELIDIKAN

Geologi Sumur

Litologi sumur CBD-1 berdasarkan analisis megakospis dari contoh batuan bor disusun oleh beberapa satuan batuan, antara lain : Satuan Soil dijumpai dari permukaan hingga kedalaman 6 m, Satuan Breksi Tuf Terubah (BTT) Sisipan Tuf Terubah (TT), dijumpai mulai kedalaman 6 - 143,30 m, Satuan Andesit Basaltik Terubah (ABT) dijumpai pada interval kedalaman 143,30 hingga kedalaman 248,60 m, Satuan Breksi Tuf Terubah (BTT) Sisipan Tuf Terubah (TT) dan Andesit Terubah (AT) dijumpai pada kedalaman 248,60 hingga 306,0 m, Satuan Andesit Basaltik Terubah (ABT) dijumpai pada kedalaman 306,00 m hingga 330,80 m, Satuan Breksi Tuf Terubah (BTT) Sisipan Andesit Terubah (AT) dan Andesit Basaltik Terubah (ABT) dijumpai pada kedalaman 330,80 m sampai dengan 652,80 m dan Satuan Andesit Terubah (AT) Sisipan Breksi Tuf Terubah (BTT) dijumpai pada kedalaman 652,80 m sampai dengan kedalaman akhir (703,90 m).

Hasil analisis megaskopis dari inti bor sumur CBD-1 menunjukkan bahwa batuan umumnya terubah akibat proses eksogen (iklim dan cuaca) mulai dari permukaan sampai kedalaman 78,30 m, sedangkan akibat ubahan hidrotermal mulai pada kedalaman 78,30 m sampai dengan kedalaman akhir di 703,90 m. Mineral ubahan dalam conto batuan secara lebih rinci dibahas sebagai berikut :

Mineral lempung, (1 – 55% dari total mineral), dijumpai hampir di semua kedalaman dalam jumlah yang cukup banyak (dominan), terdiri dari jenis kaolinit, saponit, dan montmorilonit (grup smektit).

Oksida besi, (1 – 50% dari total mineral), dijumpai hampir di semua kedalaman, hadir dengan jumlah cukup banyak, terutama pada batuan yang banyak terpengaruh proses eksogen sejak permukaan sampai kedalaman 78,30 m.

Kuarsa sekunder, (1 – 30 % dari total mineral), mulai hadir pada kedalaman 143,30 m dengan jumlah sedikit sampai sedang. Kuarsa sekunder hadir sebagai *replacement* dari plagioklas dan sebagai hasil devitrifikasi terhadap gelas vulkanik. Banyak dijumpai juga sebagai pengisi rekahan/urat halus (*veins*) dan pengisi rongga batuan dalam struktur amigdaloid.

Karbonat, (1 % dari total mineral), hadir hanya sedikit saja pada kedalaman 632,10 hingga 652,80 m, hadir sebagai pengisi urat/rekahan tipis sekitar 1 mm dan rongga batuan.

Pirit, (1 % dari total mineral), dijumpai hanya pada kedalaman tertentu dalam jumlah yang sedikit bahkan sulit untuk ditemukan, seperti pada kedalaman 271,30 m hingga 299,70 m dan kedalaman 429,80 m.

Batuan penyusun sumur landaian suhu CBD-1 mulai dari kedalaman 78,30 – 703,90 m secara umum telah mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas ubahan lemah sampai kuat (SM/TM = 5 – 70 %) yang diakibatkan oleh proses ubahan argilitisasi, silisifikasi (devitrifikasi), oksidasi, piritisasi, dan karbonitisasi.

Secara keseluruhan litologi sumur landaian suhu CBD-1 mulai dari kedalaman 78,30 – 703,90 m telah mengalami ubahan hidrotermal bertipe argilik (*argillic*) yang didominasi oleh kehadiran mineral lempung grup smektit, yaitu berupa montmorilonit, saponit, dan kaolinit. Batuan ubahan ini diperkirakan merupakan bagian

dari batuan penudung (*clay cap*) dalam sistem panas bumi Cubadak.

Beberapa jenis mineral ubahan dalam contoh batuan yang berhasil diidentifikasi dengan analisis spektral menggunakan serta alat pendeteksi mineral *Spec Terra Mineral Analyzer* serta pendeteksi mineral ubahan *Portable Infrared Mineral Analyzer* (PIMA) dan TSG-PRO.

Sebanyak 7 conto batuan dipilih, yang selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan menggunakan Uji Sedimentologi Metode Keporian Dengan Merkuri. Dari hasil analisis dengan metode keporian menggunakan merkuri ini, didapatkan porositas antara 23.59 hingga 45,89 %, dengan nilai tertinggi didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 411,40 m.

Sebanyak 4 conto batuan dari sumur CBD-1 dipilih untuk selanjutnya dianalisis laboratorium dengan menggunakan metode konduktivitas panas, yaitu pada kedalaman 150, 335, 500 dan 700 m. Data konduktivitas panas ini akan dipakai untuk menghitung temperatur formasi dengan menggunakan metode *Horner Plot* dari data *logging* temperatur di masing – masing kedalaman. Hasil dari analisis tersebut adalah sebagai berikut :

No	Kode	Kedalaman	Kond. Termal (W/mk)
1	CBD-1	150 m	1.215
2	CBD-1	335 m	1.755
3	CBD-1	500 m	1.548
4	CBD-1	700 m	1.363

Sebanyak 23 conto batuan dari sumur CBD-1 dipilih untuk selanjutnya dianalisis laboratorium dengan menggunakan metode petrografi. Berdasarkan hasil analisis petrografi tersebut, maka diketahui nama-nama batuan dan mineral-mineral penyusun batuan tersebut. Nama batuan hasil

analisis petrografi tersebut adalah Breksi Tuf, Breksi Tuf Teralterasi, Andesit, Andesit Piroksen, Andesit Hornblenda, Andesit Teralterasi dan *Glassy Andesite*.

Selama kegiatan pengeboran sumur landaian suhu CBD-1 sampai kedalaman akhir pada 703,90 m terjadi 1 kali hilang sirkulasi lumpur pembilas sebagian (PLC) dan 3 kali hilang sirkulasi lumpur pembilas total (TLC). Hilang sirkulasi lumpur pembilas sebagian terjadi pada kedalaman 154,50 m, yaitu sebanyak 40 liter per menit. Hilang sirkulasi lumpur pembilas total terjadi pada kedalaman 151,50 m sebesar 40 liter per menit, pada kedalaman 475,00 m sebanyak 60 liter per menit, dan pada kedalaman 554,40 m sebanyak 40 liter per menit. Pada interval kedalaman tersebut banyak dijumpai kekar-kekar gerus, rekahan-rekahan yang sebagian terisi oleh kuarsa sekunder, serta fragmen-fragmen andesit yang diperkirakan bahwa pada kedalaman tersebut merupakan zona struktur.

Hasil pengukuran temperatur lumpur masuk (*T_{in}*) dan temperatur keluar (*T_{out}*) sumur CBD-1, berkisar antara *T_{in}* = 23,40 – 30,00°C dan *T_{out}* = 24,00 – 30,51°C, dengan selisih temperatur masuk dan keluar sebesar 0 – 3,15°C.

Logging Temperatur

Hasil pengukuran *logging* temperatur lubang sumur bor CBD-1 dilakukan pada kedalaman 150 m dengan $T_0 = 21,8^\circ\text{C}$, T_{150} sebelum direndam $29,1^\circ\text{C}$ dan setelah direndam ± 9 jam, temperatur terukur menjadi $30,4^\circ\text{C}$. Hasil pengukuran *logging* temperatur lubang pada kedalaman 335 meter dengan $T_0 = 23,3^\circ\text{C}$, T_{335} sebelum direndam $39,7^\circ\text{C}$ dan setelah direndam ± 8 jam, temperatur terukur menjadi $42,7^\circ\text{C}$. Hasil pengukuran *logging* temperatur lubang pada kedalaman 501 meter dengan $T_0 = 22,9^\circ\text{C}$, T_{501} sebelum direndam $50,1^\circ\text{C}$ dan setelah direndam ± 8 jam, temperatur terukur menjadi $55,5^\circ\text{C}$.

Hasil pengukuran *logging* temperatur lubang pada kedalaman 700 meter dengan $T_0 = 22,9^\circ\text{C}$, T_{700} sebelum direndam $69,7^\circ\text{C}$ dan setelah direndam ± 15 jam, temperatur terukur menjadi $72,9^\circ\text{C}$ (Gambar 4).

PEMBAHASAN

Dari hasil pengeboran sumur CBD-1 sampai dengan kedalaman akhir di 703,90 m pada survei landaian suhu daerah panas bumi Cubadak ini, mulai dari permukaan hingga kedalaman 143,30 m disusun oleh batuan vulkanik berupa breksi tuf dimana fragmen-fragmennya di dominasi oleh lava andesit dan pada kedalaman 125,60 s/d 128,30 m, terdapat sisipan tuf. Dari kedalaman 143,30 s/d 248,60 tersusun dari batuan andesit basaltik berubah. Dari kedalaman 248,60 s/d 306 m tersusun dari batuan breksi tuf berubah sisipan tuf berubah dan andesit berubah. Dari kedalaman 306 s/d 330,80 m tersusun dari batuan andesit basaltik berubah. Dari kedalaman 330,80 s/d 652,80 m tersusun dari batuan breksi tuf berubah sisipan andesit berubah dan andesit basaltik berubah. Dari kedalaman 652,80 s/d 703,90 m (*Total Depth*) tersusun dari batuan andesit berubah sisipan breksi tuf berubah. Melihat dari stratigrafi sumur CBD-1, maka diperkirakan batuan penyusun sumur CBD-1 ini adalah hasil dari erupsi gunungapi yang terjadi berulang - ulang antara letusan (*explosive*) dan leleran (*effusive*) yang merupakan ciri khas gunungapi bertipe strato tetapi tubuh gunungapinya sendiri sudah tidak terlihat lagi.

Berdasarkan hasil analisis petrografi terhadap 23 contoh batuan memperlihatkan bahwa batuan beku berjenis lava andesit hornblenda dan andesit piroksen, sedangkan breksinya berupa breksi tuf dengan komponen berupa andesit piroksen. Hampir semua batuan telah berubah, cukup banyak dijumpai mineral sekunder berupa kuarsa, mineral lempung, dan oksida besi mengisi

pori maupun rekahan pada batuan juga hadir sebagai *replacement*. Sebagian batuan di beberapa kedalaman tersilisifikasi dan batuan juga memiliki banyak urat kuarsa yang halus serta sedikit urat kalsit yang berasosiasi dengan mineral lempung dan oksida besi. Pada kedalaman 310 m, mineral opal mengisi bagian pinggir dari struktur vesikuler dalam batuan andesit terubah.

Hasil analisis megaskopis dari inti bor sumur CBD-1 menunjukkan bahwa batuan umumnya terubah akibat proses eksogen (iklim dan cuaca) mulai dari permukaan sampai kedalaman 78,30 m, sedangkan akibat ubahan hidrotermal mulai pada kedalaman 78,30 m sampai dengan kedalaman akhir di 703,90 m dengan intensitas ubahan mulai dari lemah sampai kuat ($SM/TM = 5 - 70\%$) yang diakibatkan oleh proses ubahan argilitisasi, silisifikasi (devitrifikasi), oksidasi, piritisasi, dan karbonatisasi. Litologi sumur landaian suhu CBD-1 telah mengalami ubahan hidrotermal bertipe argilik sampai argilik lanjut, dan sub-propilitik. Ubahan bertipe argilik dicirikan oleh asosiasi mineral silika, kaolinit, montmorillonit, haloisit, illit, dan siderit, yang terbentuk pada lingkungan berfluida sedikit asam sampai relatif netral dengan temperatur maksimum 200°C . Ubahan bertipe argilik lanjut dicirikan oleh asosiasi mineral silika, alunogen, kaolinit, opal, haloisit, dan andalusit yang umumnya terbentuk pada kondisi lingkungan dengan fluida relatif lebih asam dan bertemperatur maksimum sebesar 220°C . Tipe ubahan sub-propilitik ditandai oleh kehadiran asosiasi mineral *intermediate-chlorite (smectite)*, illit - smektit, siderit, dolomit, dan zeolit, yang umumnya terbentuk pada lingkungan berfluida relatif netral dengan temperatur cukup tinggi, yaitu kurang dari 240°C . Kisaran temperatur pembentukan beberapa mineral ubahan yang terdapat dalam batuan sumur landaian suhu CBD-1 dapat dilihat dalam Tabel 1. Batuan ubahan

hidrotermal yang terbentuk pada litologi breksi dan lava andesit di sumur CBD-1 ini diperkirakan sebagai bagian dari batuan penudung (*caprock*) sistem panas bumi Cubadak yang terbentuk ketika terjadi interaksi batuan dengan fluida asam sampai relatif netral pada temperatur kurang dari 240°C .

Sumur CBD-1 sampai kedalaman akhir pada 703,90 m mengalami 1 kali hilang sirkulasi lumpur pembilas sebagian (PLC) dan 3 kali hilang sirkulasi lumpur pembilas total (TLC) dimana pada zona hilang sirkulasi tersebut banyak dijumpai kekar-kekar gerus, rekahan-rekahan yang sebagian terisi oleh kuarsa sekunder, serta fragmen-fragmen andesit yang diperkirakan bahwa pada kedalaman tersebut merupakan zona struktur.

Data hasil rendam *T-Logging Tool* pada kedalaman 150, 335, 501 dan 700 meter selanjutnya dianalisis dan dilakukan perhitungan temperatur formasi dengan menggunakan metoda *Horner Plot*. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh harga temperatur formasi pada kedalaman 150 m = $31,97^{\circ}\text{C}$, temperatur formasi pada kedalaman 335 m = $46,08^{\circ}\text{C}$, temperatur formasi pada kedalaman 501 m = $62,10^{\circ}\text{C}$ dan terakhir temperatur formasi pada kedalaman 700 m = $78,98^{\circ}\text{C}$ (Gambar 5).

Kehadiran mineral ubahan yang pembentukannya pada temperatur yang cukup tinggi seperti Biotit, Triphylit, Ankerit dan Corrensit di dibandingkan dengan hasil penghitungan temperatur formasi pada sumur CBD-1 yang berada dibawah dari temperatur pembentukan mineral2 tersebut menunjukkan bahwa sumur CBD-1 telah mengalami pendinginan dan mineral - mineral tersebut merupakan fosil.

Berdasarkan temperatur formasi pada posisi kedalaman pengukuran 700 m, diperoleh harga landaian suhu sebesar $8,70^{\circ}\text{C}/100$ meter (Gambar 6) atau ± 3 kali gradien rata-rata bumi ($\pm 3^{\circ}\text{C}$ per 100 m). Dari hasil perhitungan tersebut diatas,

maka bisa dikatakan ada anomali panas yang cukup signifikan pada sumur CBD-1.

Dari landaian suhu yg dihasilkan, maka diperkirakan untuk mendapatkan temperatur bawah permukaan 190°C harus mencapai kedalaman ± 1900 m dan diinterpretasikan bahwa titik sumur CBD-1 merupakan batas pinggir dari daerah prospek (Gambar 7).

KESIMPULAN

Kedalaman akhir (*total depth*) sumur CBD-1 adalah 703,90 m. Litologi Sumur sumur CBD-1 terdiri dari perselingan antara Breksi Tuf Terubah, Andesit Terubah dan Andesit Basal Terubah sisipan Tuf Terubah. Mineral ubahan pada sumur CBD-1 berintensitas lemah – kuat, bertipe argilik dan didominasi oleh proses argilitisasi, oksidasi, silisifikasi, piritisasi dan karbonatisasi. Struktur geologi terlihat dari adanya hilang sirkulasi

sebagian dan hilang sirkulasi total. Temperatur formasi masing-masing pada kedalaman 150, 335, 501 dan 700 m adalah 31,97°C, 46,08°C, 62,10°C dan 78,98°C. Landaian suhu sumur CBD-1 sampai dengan kedalaman 700 m adalah 8,70°C/100m atau ± 3 kali dari landaian suhu normal (3°C/100 m). Dari landaian suhu yg dihasilkan, maka diperkirakan untuk mendapatkan temperatur bawah permukaan 190°C harus mencapai kedalaman ± 1900 m dan diinterpretasikan bahwa titik sumur CBD-1 merupakan batas pinggir dari daerah prospek.

UCAPAN TERIMA KASIH

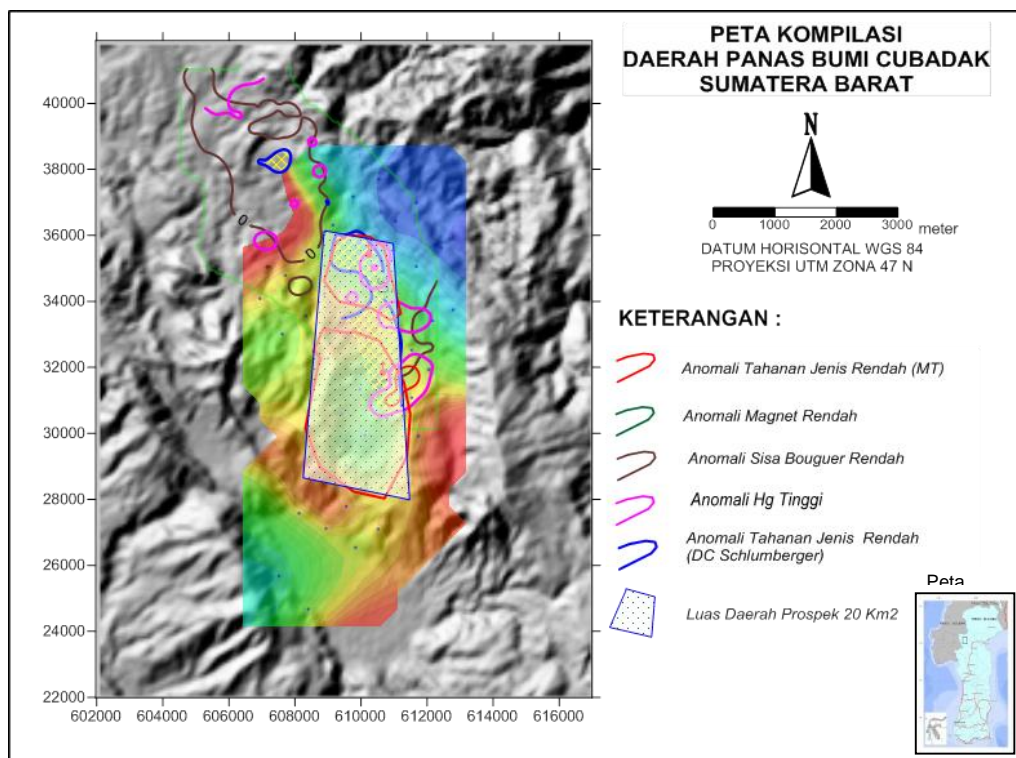
Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang membantu dalam pembuatan tulisan ini, yang telah memberi kemudahan dalam mengakses data yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

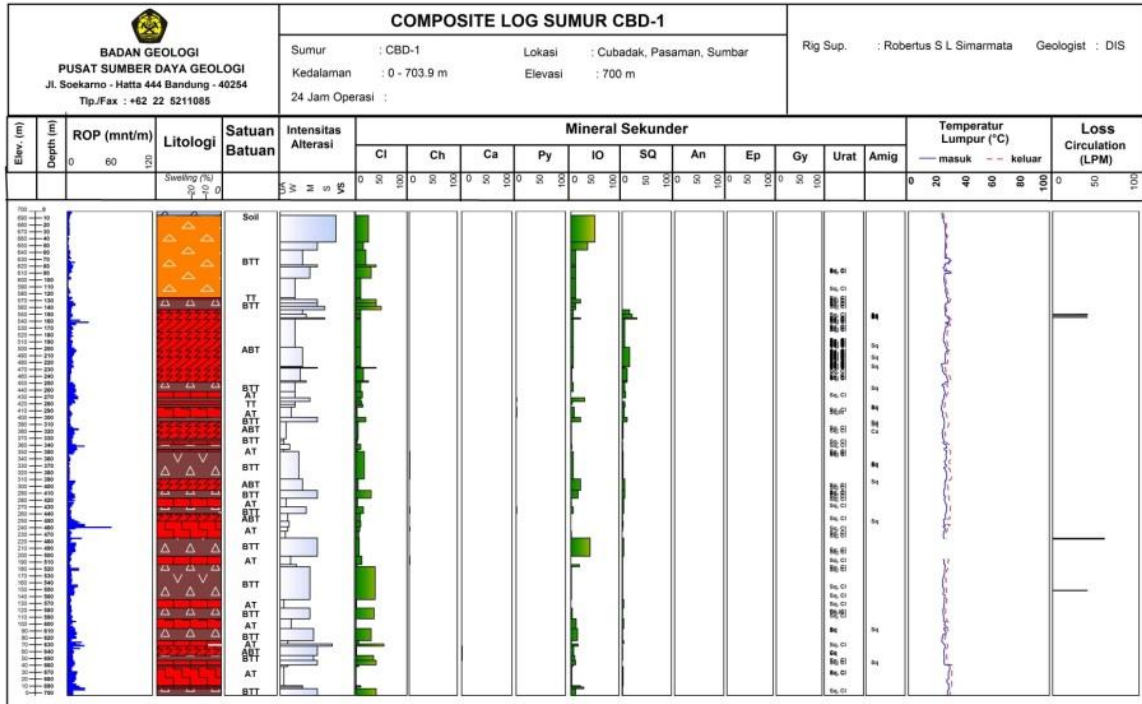
- Badan Geologi, 2010., Status Potensi Panas Bumi Indonesia Tahun 2010.
- Bakrun, dkk., 2008., Laporan Survei Terpadu Geofisika Daerah Panas Bumi Cubadak, Pasaman, Sumatera Barat, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Bemmelen, van R.W., 1949. "*The Geology of Indonesia*". Vol. I A. The Hague. Netherlands.
- Hamilton W., 1979. "*Tectonic of Indonesia Region*", Geol.Surv.Prof.Papers,U.S.Govt.Print Off.,Washington.
- Hutchinson,C.S.,1989. "*Geological Evolution of South-East Asia*", Oxford Mono. Geol. Geoph., 13, Clarendon Press, Oxford
- Lawless, J., 1995. "*Guidebook: An Introduction to Geothermal System*". Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. "*Chemistry and Geothermal System*". Academic Press Inc. Orlando.
- Tim Aliran Panas, 2013., "Laporan Aliran Panas, Daerah Panas Bumi Cubadak, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat", Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Tim Survei Terpadu, 2008., Laporan Survei Terpadu Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Cubadak, Pasaman, Sumatera Barat, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Tim Survei MT, 2012., "Laporan Survei Magnetotelurik Daerah Panas Bumi Cubadak, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat", Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Panas Bumi Cubadak



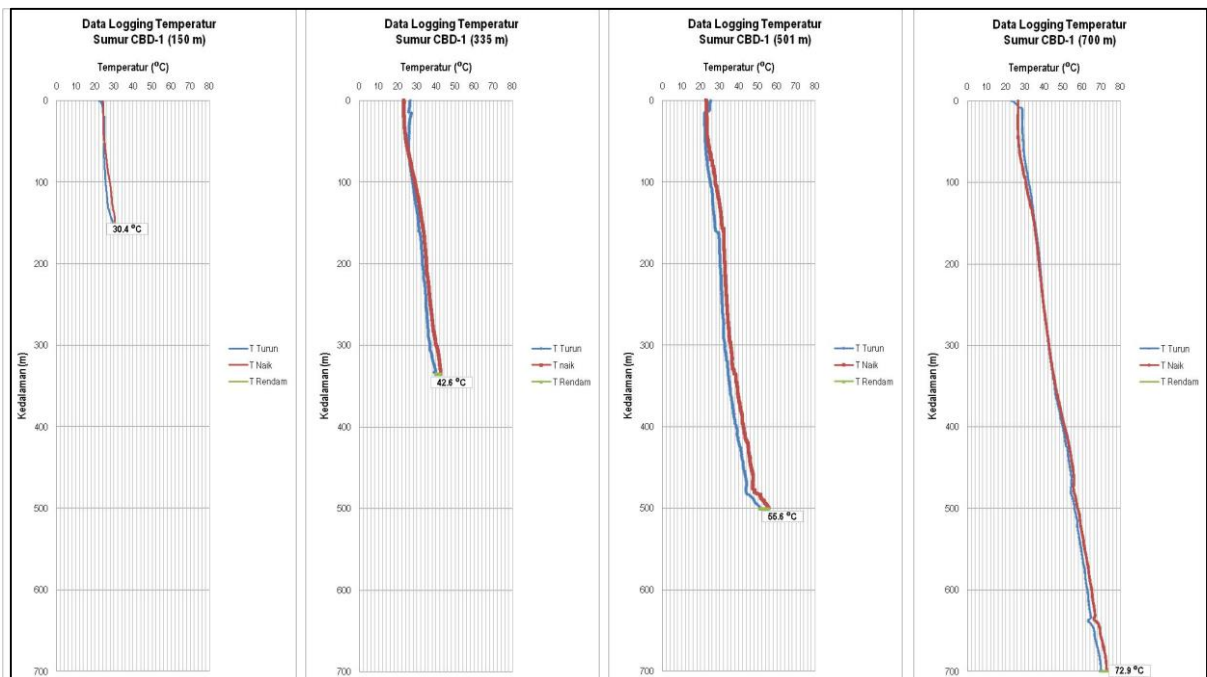
Gambar 2. Peta Kompilasi Anomali Geosains Daerah Panas Bumi Cubadak, Pasaman, Sumatera Barat (Anonim, 2012)



KETERANGAN :

- | | | | | | | |
|------------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
| UA = unaltered | Cl = clay | Py = pyrite | An = anhydrite | Amig. = amigdaloids | Soil = Lapukan Batuan | ABT = Andesit BasaltikTerubah |
| W = weak | Ch = chlorite | IO = iron oxides | Ep = epidote | | BTT = Breksi Tufa Terubah | AT = Andesit Terubah |
| M = moderate | Ca = calcite | SQ = secondary quartz | Gy = gypsum | | TT = Tufa Terubah | |
| S = strong | | | | | | |
| VS = very strong | | | | | | |

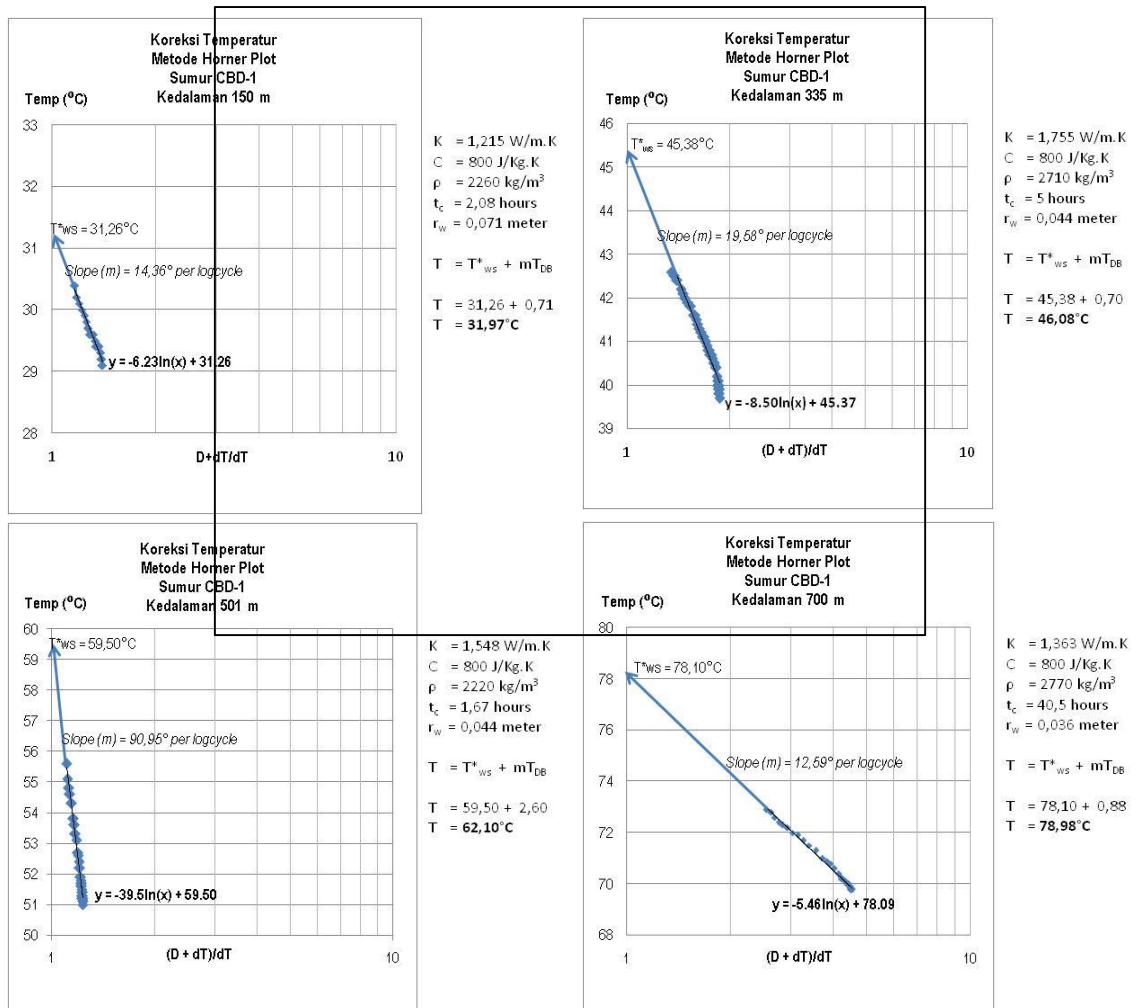
Gambar 3. Composite Log Sumur CBD-1, Daerah Panas Bumi Cubadak, Kabupaten Pasaman – Provinsi Sumatera Barat



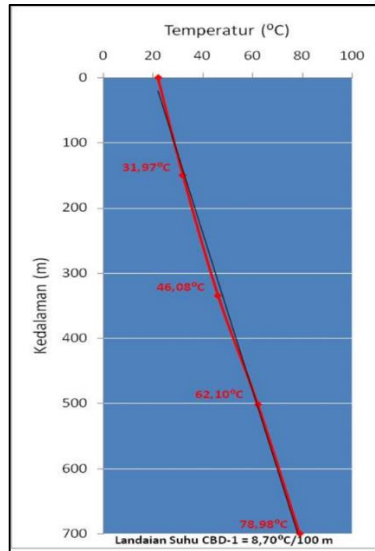
Gambar 4. Data Logging Temperatur Sumur CBD-1

Tabel 1 Kisaran Temperatur Pembentukan Mineral Ubahan Dalam Batuan Penyusun Sumur CBD-1

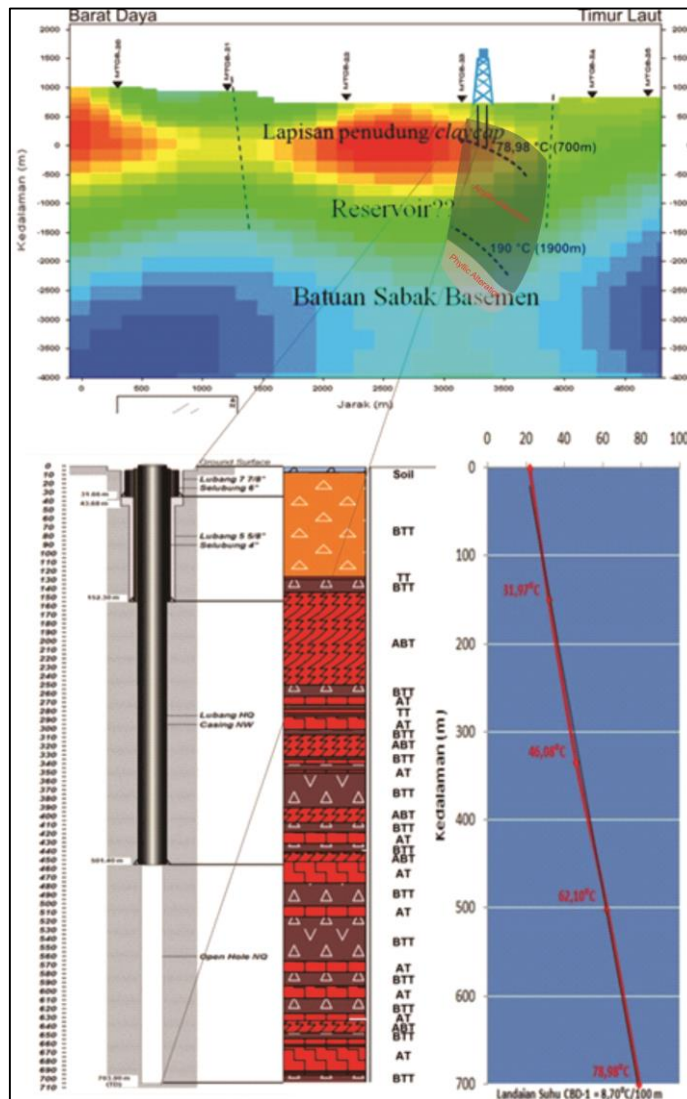
No	Nama Mineral	Temperatur (°C)																	
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
1	Kaolinite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	Montmorillonite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	Opal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4	Triphylite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5	Biotite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6	Saponite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	Vivianite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	Chlorite (smectite)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	Halloysite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	Illite-Smectite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
11	Alunite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	Calcite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	Vermiculite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	Ankerite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	Dolomite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16	Kutnahorite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	Halite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	Corrensite	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Gambar 5. Penghitungan Temperatur Formasi Menggunakan Metode Horner Plot



Gambar 6. Landaian Suhu (*Thermal gradient*) Sumur CBD-1



Gambar 7. Konstruksi Sumur CBD-1 Dikompilasikan Dengan Data Litologi, MT, dan Landaian Suhu