

**SUMUR INJEKSI MT- 6  
DI LAPANGAN PANAS BUMI MATALOKO,  
KABUPATEN NGADA NUSA TENGGARA TIMUR**

Oleh :  
**SUPARMAN**

Penyelidik Bumi Madya  
Kelompok Program Penelitian Panas Bumi  
Pusat Sumber Daya Geologi

**SARI**

Litologi sumur MT-6 disusun oleh Breksi Tufa Terubah dan Andesit Terubah. Mineral ubahan didominasi oleh oksida besi dan mineral lempung (kaolinit, smektit dan montmorilonit), dengan/tanpa, pirit, karbonat/kalsit, kuarsa sekunder, dan anhidrit dengan Intensitas ubahan bervariasi dari sedang sampai sangat kuat, termasuk dalam tipe ubahan argilik dikelompokkan menjadi lapisan overburden dan lapisan penudung.

Mulai kedalaman 42.45 m terjadi hilang sirkulasi total (TLC), atasi TLC dengan berbagai macam material loss (LCM) dan beberapa kali semen sumbat, tidak berhasil. Operasi pemboran dilanjutkan dengan bor buta sampai kedalaman 123.76 m.

Zona loss diperkirakan berupa rongga besar terutama pada interval kedalaman 43 s/d 48 m, ditunjukkan dengan terjadinya "drilling break", rekahan diperkirakan menerus tidak teratur sampai dasar, interpretasi ini diperkuat oleh terjadinya TLC walaupun telah dimasukan puluhan meter kubik LCM dan lebih dari 2000 M<sup>3</sup> air serta lumpur.

Temperatur sumur injeksi MT-6 di kedalaman 123 m terukur = 63.2 C, menunjukkan adanya gradien panas di kedalaman tersebut, tetapi tidak akan menimbulkan semburan karena masih jauh ke temperatur "boilling point".

Sumur MT-6 cocok digunakan sebagai sumur injeksi di lapangan panas bumi Mataloko, karena tidak berpengaruh terhadap sumur-sumur terdahulu (MT-2, MT-3, MT-4, dan MT-5), tidak ada aliran balik (TLC), serta tidak mengkontaminasi mata air di sekitar lokasi sampai jarak 4 km dengan beda ketinggian lebih dari 300 m.

**ABSTRACT**

*The MT-6 injection well consist of altered breccia and altered andesite lava flows. Secondary minerals are dominated by iron oxide, clay minerals (kaolinite, smectite and monmorilinite) with/without pyrite, calcite, secondary quartz, and anhydrite, intensity are variated from medium to very intense belong to argillic type and grouped to overburden and cap rock layers.*

*From 42.45 m in depth, total loss circulation (TLC) occurred, overcome TLC with pumped LCM, injected many materials and cementing plug, unsuccess. Continuoe blind drilling until 123,76 m in depth.*

*Loss zone are estimated as big fractures, especially from interval 43-48 m depth, it was identified by drilling break, fractures are unirrregular continuoe to the bottom, the interpretation is supported by TLC although have been injected LCM and pumped more than 2000 M<sup>3</sup> water and mud. At 123 m depth maximum temperature is 63.2 C, in bottom has a gradient geothermal but will not blow out because very far to boiling point temperature. The MT-6 is suitable become injection well because is not affected to another previous wells and then uncontaminated springs approximaly 4 km<sup>3</sup> around location with more than 300 m different ground level.*

**PENDAHULUAN**

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, dan semakin menipisnya cadangan energi terutama energi fosil seperti minyak bumi dan batubara, maka pemerintah melalui kebijakannya mengusahakan disertifikasi di bidang energi. Indonesia merupakan negara yang mempunyai cadangan energi panas bumi yang cukup banyak dan tersebar luas, maka energi panas bumi merupakan sumber daya energi yang paling tepat untuk dikembangkan di wilayah Indonesia, khususnya di Indonesia bagian timur yang memang miskin

akan sumber daya energi lainnya selain energi panas bumi. Seiring dengan telah berproduksinya sumur MT-2, MT-3 dan MT-5 di lapangan panas bumi Mataloko, maka akan didirikannya Power Plant Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP) di sekitar lapangan panas bumi tersebut.

Maksud pemboran sumur injeksi MT-6 adalah untuk mendapatkan zona permeabilitas tinggi di bawah permukaan. Tujuannya adalah akan digunakan untuk menampung buangan air sisa dari power plant Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP) Mataloko, sehingga tidak

terjadi pencemaran lingkungan dan sekaligus merupakan suplai air ke bawah permukaan dengan harapan kontinuitas uap dari sumur produksi tetap terjaga.

Lapangan panas bumi Mataloko berada sekitar 15 km timur kota Bajawa termasuk kedalam Kelurahan Toda Belu, Kecamatan Golewa, Kabupaten Ngada Nusa Tenggara Timur. Secara geografis, terletak antara koordinat 8° 49' 55" 8° 55' 33" LS dan 121° 03' 32" 121° 09' 09" BT. Sedangkan lokasi sumur injeksi MT-6 ada pada posisi (UTM) X = 288.126 m, dan Y = 9.023.027 m, dengan ketinggian 968 meter di atas permukaan laut (Gambar 1).

Penyelidik terdahulu di lapangan panas bumi Mataloko terdiri dari : Penyelidikan terpadu (geologi, geokimia, geofisika), pemboran tiga (3) sumur eksplorasi dan dua (2) sumur delineasi (periode tahun 2000 2005). Kerja sama bilateral antara pihak jepang (GSJ, AIST dan NEDO) dengan Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral (DJGSM) Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (April 1997 Maret 2002) meliputi penyelidikan geologi, geokimia, pemboran sumur eksplorasi dan penyediaan pe-rangkat/program komputer dalam pemodelan sistem panas bumi (iGEMS) di lapangan panas bumi Mataloko. Hasil penyelidikan terdahulu tersebut menyatakan :

Lapangan panas bumi Mataloko termasuk kelompok gunungapi muda (Gunung Inelika, Gunung Inerie, Gunung Wolo Bobo dan Gunung Ebulobo), memperlihatkan adanya kelurusan barat-laut tenggara dan kelurusan lain berarah utara selatan (zona sebaran Wolo Bobo) merefleksikan dapur magma berbentuk "dike" di bawah sistem panas bumi Mataloko (Muraoka et al, 1999).

Hasil korelasi stratigrafi pada peta geologi regional (Muraoka H. et al., 1999), peta geologi daerah Mataloko (Fredy, N. et al., 1997, dan 1998) menunjukkan bahwa sistem panas bumi Mataloko terbentuk post kaldera Bajawa (0.1 0.2 Ma BP) atau relatif bersamaan dengan munculnya kerucut sinder Wolo Belu, Wolo Bela, Wolo Riti dan Wolo Lele (0.17 0.01 Ma BP).

Penyelidikan geolistrik lapangan panas bumi Mataloko Nage melalui 10 (sepuluh) jalur survei, yakni A, B, C, D, F, H, J, K, L, M dan N, termasuk 1 (satu) jalur di daerah Nage (Uchida T. dan Andan A., 1998). Lapisan resistif permukaan (100 ohm-m) dan lapisan konduktif ( $\pm 10$  ohm-m) muncul di hampir semua jalur survei. Ketebalan lapisan

resistif permukaan bervariasi antara 100 - 300 m, sedangkan lapisan resistif ketiga (zona reservoir) tercatat pada beberapa lokasi di jalur C dan K (kedalaman lebih dari 600 m). Kehadiran lapisan resistif ini disokong oleh penelitian CSAMT (Uchida, T et al., 2002).

Anomali potensial-diri (SP) positif tertinggi dijumpai pada manifestasi panas bumi Mataloko dan tidak ada anomali positif tunggal di Nage (Yasukawa, K. et al., 2002). Pola distribusi SP menunjukkan zona upflow dangkal di Mataloko. Hal penting dicatat bahwa lokasi-B memberikan respons SP positif saat uap sumur MT -2 dialirkan.

Tiga sumur eksplorasi dan dua sumur delineasi di lapangan panas bumi Mataloko (periode tahun 2000 2003), yaitu sumur landaian suhu MTL-01 (TD = 103.23 m), sumur eksplorasi MT-1 (TD = 207.26 m), dan MT-2 (TD = 180.02 m), serta sumur delineasi MT-3 (TD = 613 m) dan MT-4 (TD = 756.47 m), MT-5 (TD = 378.20 m) yang mampu mengalirkan uap.

### PEMBORAN SUMUR INJEKSI MT - 6

Kegiatan pemboran Sumur Injeksi MT-6 diawali bor formasi menggunakan rangkaian pahat (TB) 9 7/8" (pilot hole 17 1/2") sampai kedalaman 19.42 m. Cabut rangkaian sampai permukaan. Per-besar lubang pakai pahat (TB) 17 1/2" sampai kedalaman 19.42 m, lanjut bor formasi hingga kedalaman 23 m, sirkulasi. Persiapan, dan masuk selubung (Casing) 13 3/8" sampai kedalaman 21.58 m, set sepatu selubung (shoe) di kedalaman 21.58 m, semen selubung dan tunggu semen kering (TSK).

Lanjut pemboran diawali dengan potong kelebihan casing 13 3/8" dan pasang Blow Out Preventer (BOP) group. Masuk rangkaian pahat (TB) 12 1/4" sampai puncak semen (TOC) di kedalaman 11.51 m, bor semen dari 11.51 s/d 29.90 m, stop bor untuk ganti bit, sirkulasi bersih di dasar. Cabut rangkaian s/d permukaan, masuk rangkaian pahat (TB) 12 1/4" sampai 29.90 m, lanjut bor formasi dari 29.90 s/d 42.45 m, terjadi hilang sirkulasi total (TLC). Atasi loss berulang-ulang dengan masukkan material hilang sirkulasi (LCM) yang terdiri dari micatex, serbuk gergaji, batang pisang, rumput alimusa, bata merah, tanah, pasir, kerikil-kerakal, bola-bola dan bentonit, dorong/ padatkan pakai rangkaian pahat 12 1/4" s/d kedalaman 42.30 m, sambil pompakan air dan lumpur berat (barite), dan lakukan semen sumbat sebanyak 5 kali, hilang

sirkulasi total (TLC) tidak dapat diatasi. Lanjut bor buta (blind drilling), memakai TB 12 ¼" dari 42.45 s/d 49.05 m, sirkulasi pakai air, stop bor karena persediaan air di bak penampungan habis, cabut rangkaian dan gantung di 39.78 m, isi bak penampungan air, sampai penuh. Masuk rangkaian TB 12 ¼" sampai 48.18 m (duduk), bor ulang dari 48.18 s/d 49.05 m, lanjut bor buta (blind drilling) dari 49.05 s/d 54 m, sirkulasi pakai air, terdengar ada suara asing. Cabut rangkaian sampai 50.63 m, ada jepitan (Over Pull = 10 ton) lakukan spot lumpur kental, rangkaian bebas. Masuk rangkaian sampai 53.10 m (duduk), bor ulang dari 53.10 s/d 53.70 m, sirkulasi pakai air, ada jepitan dan torque naik. Cabut rangkaian ada jepitan (Over Pull = 15 ton) dan lakukan naik/turun rangkaian sambil diputar, sirkulasi pakai lumpur, berhasil (rangkaian bebas). Cabut rangkaian sampai permukaan untuk cek drill collar (DC) dan TB 12 ¼", hasil 1 (satu) DC rusak dan TB masih bagus. Masuk rangkaian TB 12 ¼", bor buta (blind drilling) dari kedalaman 54 s/d 57.40 m, sirkulasi pakai air. Stop bor, pompakan (spot) lumpur kental, cabut rangkaian sampai permukaan untuk ganti bit sambil tunggu air, lepaskan (Lay Down) TB 12 ¼" (insert, medium-hard) dan stabilizer. Masuk rangkaian TB 12 ¼" s/d 56.94 m (duduk), bor ulang dari 56.94 s/d 57.40 m, lanjut bor buta dari 57.40 s/d 62.08 m, sirkulasi pakai air. Kondisikan lubang dengan naik/turunkan rangkaian, sirkulasi di dasar pakai air dan spot dengan lumpur kental. Cabut rangkaian sampai permukaan. Persiapan dan masukan selubung (Casing) 10 ¾" sampai kedalaman 57.49 m (duduk), usaha masuk selubung lebih dalam tidak berhasil, sepatu selubung (shoe) di set di kedalaman 57.49 m. Persiapan dan semen selubung 10 ¾" pakai stringer, semen sampai permukaan, tunggu semen kering (TSK). Lakukan penyemenan dari atas (top job), potong kelebihan casing 10 ¾", pasang kepala sumur (Well Head, Reducer, Expansion Spool, Master valve) dan BOP group. Masuk rangkaian TB 9 5/8" sampai kedalaman 56.29 m untuk jajari muka semen, hasil tidak ada semen dalam casing (kosong), coba sirkulasi pakai lumpur 6875 liter, tidak ada aliran balik (TLC). Persiapan dan atasi TLC dengan masukkan LCM (batang pisang + pasir halus) kedalam lubang 1 m<sup>3</sup>, masuk rangkaian TB 9 5/8" s/d 58.25 m (duduk), dorong LCM sambil diputar sampai kedalaman 62.08 m, sirkulasi pakai air, tidak berhasil. Cabut rangkaian sampai permukaan, atasi TLC dengan masukan LCM (pasir-kerikil, maksimum 2 cm) ke dalam lubang

sebanyak 1 m<sup>3</sup>. dorong LCM sambil diputar s/d 57.49 m, sirkulasi pakai lumpur, dilakukan berulang-ulang (10 kali). Bor buta dari 62.08 s/d 70 m, sirkulasi pakai air, TLC. Cabut rangkaian sampai permukaan, Persiapan dan masuk rangkaian TB 9 5/8" sampai kedalaman 53.10 m, dorong dan putar TB 9 5/8" sampai kedalaman 69.45 m, spot dengan lumpur kental. Cabut rangkaian sampai permukaan, ganti TB 9 5/8" (hard), masuk rangkaian sampai kedalaman 65.61 m (duduk), bor ulang dari 65.61 s/d 70 m. Bor buta dari 70 s/d 86.21 m, sirkulasi pakai air, spot dengan lumpur kental. Cabut rangkaian sampai permukaan untuk ganti bit TB 9 5/8", masuk rangkaian TB 9 5/8" (hard) sampai dasar, bor buta dari 86.21 s/d 106.71 m, sirkulasi pakai air, TLC, spot dengan lumpur kental. Stop bor, cabut rangkaian sampai 53 m (digantung), perbaikan pompa Koken. Turun rangkaian s/d 106.45 m (duduk), bor ulang dari 106.45 s/d 106.71 m. Bor buta dari 106.71 s/d 122.91 m, sirkulasi pakai air, TLC, spot dengan lumpur kental. Sambung dan turun rangkaian s/d 122.40 m (duduk), bor ulang dari 122.40 s/d 122.91 m, lanjut bor buta dari 122.91 s/d 123.55 m, sirkulasi dengan air, TLC, torque naik, ada jepitan, spot dengan lumpur kental, bebaskan jepitan dengan diangkat (OP = 10 15 Ton), berhasil, cabut rangkaian 12 meter. Turun rangkaian sampai kedalaman 123.46 m (duduk), bor ulang dari 123.46 s/d 123.55 m, lanjut bor buta dari 123.55 s/d 123.76 m, sirkulasi pakai air, TLC, spot dengan lumpur kental. Stop bor, cabut rangkaian sampai permukaan, untuk cek bit, bit masih bagus. Masuk rangkaian TB 9 5/8" s/d 123.40 m (duduk), bor ulang dari 123.40 s/d 123.76 m, sirkulasi pakai air, TLC, torque naik. Spot dengan lumpur kental sambil naik dan turunkan rangkaian. Cabut rangkaian ada jepitan (Over Pull = 15 20 Ton), jepitan lepas (rangkaian bebas). Karena telah terjadi beberapa kali jepitan (hole problem), maka diputuskan operasi pemboran trayek selubung 8 5/8" dihentikan di kedalaman 123.76 m. Gantung rangkaian di 123 m, coba pompakan lumpur dan air debit 1100 lpm (20 m<sup>3</sup>) sambil sirkulasi bersih di dasar, TLC. Cabut rangkaian sampai permukaan.

Sumur injeksi MT-6 dibuat dengan konstruksi sumur standard hole yang terdiri dari selubung 13 5/8" (0 21.58 m), selubung 10 ¾" (0 62.08 m), selubung 8 5/8" (0 57,9 m) dan 5 ½" slotted liner (57.9-123.76 m) (**Gambar 2**).

#### Geologi Sumur

Berdasarkan hasil analisis serbuk bor

sebanyak 14 contoh, maka diketahui litologi penyusun sumur injeksi MT-6 terdiri dari 2 satuan batuan, yaitu: 1) Breksi Tufa Terubah (BTT) dan 2) Andesit Terubah (AT).

Hasil analisis 14 contoh serbuk bor dari kedalaman 0-41 meter, menunjukkan batuan telah mengalami ubahan hidrotermal, kehadiran mineral-mineral ubahan adalah sebagai berikut :

- **Oksida besi**, (1-70 % dari total mineral), dijumpai di semua kedalaman, dengan jumlah yang berlimpah (dominan). Hadir sebagai hasil *replacement* dari mineral piroksen, plagioklas, dan gelas vulkanik. Pada beberapa fragmen dijumpai mengisi rekahan dan rongga batuan.
- **Mineral lempung**, (5-65 % dari total mineral), dijumpai di semua kedalaman, dengan jumlah banyak/berlimpah, terdiri dari jenis kaolin dan smektit/mont. Kehadiran mineral lempung ini terutama sebagai hasil proses argilitisasi terhadap mineral primer (plagioklas, piroksen) dan gelas vulkanik.
- **Kuarsa sekunder**, (0-15 % dari total mineral), hadir di semua kedalaman, sebagai *replacement* dari plagioklas dan sebagai hasil devitrifikasi terhadap gelas vulkanik. Dalam beberapa fragmen serbuk bor dijumpai sebagai pengisi rekahan/urat halus (*veins*) dan rongga batuan (*vugs*).
- **Pirit**, (0-2 % dari total mineral), dijumpai hampir di semua kedalaman, dengan jumlah jarang/sedikit. Hadir sebagai hasil ubahan/*replacement* dari mineral gelap seperti piroksen dan gelas vulkanik.
- **Karbonat** (0-1 % dari total mineral), dijumpai dari permukaan hingga interval kedalaman 15 m, dalam jumlah jarang, sebagai hasil ubahan/*replacement* dari mineral feldspar dan gelas vulkanik. Dijumpai juga sebagai pengisi rekahan/ urat halus dan rongga batuan.

Batuan-batuan tersebut sebagian besar mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas ubahan mulai dari lemah sampai sangat kuat. Secara umum batuan dikelompokkan sebagai lapisan penudung (*cap rock*) dengan tipe ubahan argillic (**Gambar 3**).

Struktur geologi ditafsirkan dari sifat fisik batuan seperti hadirnya breksiasi, milonitisasi yang dikombinasikan dengan parameter pemboran seperti, Kecepatan penembusan

batuan (ROP), hilang sirkulasi sebagian/total (PLC/TLC) dan terjadinya kecepatan pemboran yang tiba-tiba (*drilling break*).

Selama operasi pemboran sumur injeksi MT-6 mulai permukaan sampai kedalaman 42.45 m tidak terjadi hilang sirkulasi sebagian maupun total (PLC/TLC), selanjutnya mulai kedalaman 42.45 m terjadi hilang sirkulasi total (TLC) yang diawali dengan "drilling break". (**Tabel 1**). Lakukan usaha atasi hilang sirkulasi total (TLC) dengan micatex, serbuk gergaji, bata merah, bola-bola bentonit, batang pisang, rumput alimusa, serta dengan semen sumbat, tidak berhasil. Hilang sirkulasi total (TLC) di kedalaman 42.45m menunjukkan adanya rekahan/rongga batuan yang besar dan diduga terdapat aliran air dingin. Interpretasi ini diperkuat dengan tidak tertutupnya zona loss tersebut walaupun sudah puluhan meter kubik material loss (LCM) yang dimasukkan ke dalam sumur dan semen sumbat untuk menutup zona loss tersebut (**Tabel 2**).

Lonjakan temperatur lumpur pembilas masuk/keluar selama berlangsungnya operasi pemboran sumur injeksi MT-6 dari permukaan hingga kedalaman 41 meter belum menunjukkan lonjakan temperatur yang berarti, yaitu masih sekitar 0-0.3 C, dengan temperatur lumpur masuk = 24.333.3 C dan keluar = 24.3 33.5 C.

Pengukuran temperatur sumur injeksi MT-6 dilakukan pada kedalaman 123 m, sesudah set liner 5 ½". Hal ini didasarkan kepada interpretasi hasil penyelidikan secara terpadu dari metode-metode geologi, geokimia dan geofisika; dimana menyebutkan bahwa daerah reservoir akan ditemukan pada kedalaman sekitar 100 400 meter.

Data logging temperatur sumur injeksi MT-6 di permukaan terukur 26,5 °C. Sedangkan pada dasar lubang bor (123 m) terukur 53.3 °C, dan temperatur naik menjadi 63.2 °C setelah tool direndam selama 5 jam. Hasil perhitungan memakai metoda "Horner Plot" temperatur formasi di kedalaman 123 m adalah 65.69 °C. Pada posisi kedalaman ini jelas menunjukkan adanya anomali panas dengan peningkatan temperatur sebesar 33 °C per 100 m.

### PEMBAHASAN

Berdasarkan karakteristik ubahan hidrotermal, litologi sumur injeksi MT-6 diinterpretasikan bahwa mulai dari permukaan sampai kedalaman 6m merupakan lapisan "over burden" yang disusun oleh "unconsolidated"

Breksi Tufa Terubah intensitas ubahan sangat kuat, didominasi oleh mineral lempung dan oksida besi, yang mencerminkan temperatur rendah. Selanjutnya, dari kedalaman 6 m hingga 41 m, batuan tersusun oleh perlapisan Breksi Tufa Terubah dan Andesit Terubah (dominan) dengan intensitas ubahan bervariasi dari sedang sampai sangat kuat, dengan mineral ubahan didominasi oleh mineral lempung (kaolinit, smektit/ montmorilonit), oksida besi dengan/tanpa pirit, kuarsa sekunder, kalsit menunjukkan tipe ubahan argilic yang dianggap sebagai batuan penudung panas (clay cap), dengan temperatur relatif rendah. Litologi dari kedalaman 41 m sampai dasar (123,76 m) tidak diketahui karena bor buta (blind drilling).

Terjadinya hilang sirkulasi total mulai di kedalaman 42.45m, yang diawali dengan kecepatan penembusan batuan (ROP) naik dari 144 menit/meter menjadi 82 menit/meter (drilling break), tekanan pompa turun dari 1.5 menjadi 0 KSc. Setelah dilakukan atasi hilang sirkulasi beberapa kali dan tidak berhasil, maka operasi pemboran dilanjutkan dengan bor buta (blind drilling) sampai kedalaman 123.76 m.

Data kecepatan penembusan batuan (ROP) interval kedalaman 43 s/d 48 m tercatat berkisar antara 7-89 menit/meter, selanjutnya dari kedalaman 48 s/d 123.76 m berkisar antara 68-543 menit/meter, dan tekanan pompa 0-3 KSc, setelah dibandingkan parameter bor yang terdiri dari tekanan pada bit (WOB), kecepatan putaran rangkaian (RPM) dan kecepatan pompa lumpur (SPM), litologi sumur MT-6 sampai kedalaman 123.76 m diperkirakan disusun oleh batuan relatif keras (Lava ?), belum mengalami ubahan hidrotermal cukup kuat (SM/TM = lemah sedang).

Data kecepatan penembusan batuan (ROP) di bagian bawah (kedalaman akhir) sumur dengan parameter bor (WOB, RPM dan SPM) yang relatif sama cenderung naik dari 543 menit menjadi 133 menit/meter (ROP bervariasi dan terjadi beberapa kali "drilling break") tetapi tekanan pompa menunjukkan berkisar antara 0 - 3 KSc. Hal ini menunjukkan batuan (litologi sumur) relatif keras dan mempunyai rekahan-rekahan (zona lemah) yang tidak teratur.

Hal ini menunjukkan bahwa pada sumur injeksi MT-6 terdapat zona loss yang sangat besar yang diperkirakan berupa rongga-rongga yang besar pada terutama interval kedalaman 43 s/d 48 m, selanjutnya diikuti oleh rekahan-rekahan yang menerus sampai dasar (123,76 m),

interpretasi ini diperkuat oleh terjadinya TLC walaupun telah dimasukan puluhan meter kubik LCM dan lebih dari 2000 M3 air dan lumpur (Tabel 2).

Berdasarkan data pada setiap cabut rangkaian dari dalam lubang sumur sampai permukaan, rangkaian bit, DC dan stang bor (DP) selalu bersih ( tidak pernah dijumpai ada fragmen menempel pada bit, DC maupun DP ), hal ini mengindikasikan adanya air yang kemungkinan mengalir (?) terutama pada interval kedalaman 43-48 m.

Hasil pengukuran temperatur lubang sumur injeksi MT-6 di kedalaman 123 m, temperatur terukur = 53.3C dan setelah direndam sekitar 5 jam temperatur naik menjadi 63.2 C (maksimum). Hasil perhitungan memakai metoda "Horner Plot" (Menzeis A.J, Roux at all, 1979) temperatur formasi di kedalaman 123 m adalah 65.69 oC. Data T-logging ini menunjukkan ada anomali gradien panas sebesar 33 oC per 100 m, hal ini tidak akan menimbulkan semburan di sumur injeksi MT-6 mengingat temperatur yang masih jauh dari boiling point pada kedalaman 123.76 m (> 180 C).

Berdasar data di atas, Sumur MT-6 cocok untuk digunakan sebagai sumur injeksi di lapangan panas bumi Mataloko, karena berada pada bentang alam (morfologi) yang berbeda dengan sumur terdahulu sehingga tidak berpengaruh terhadap sumur-sumur terdahulu (MT-2, MT-3, MT-4, dan MT-5), tidak ada aliran balik (TLC) selama pemboran walaupun telah dimasukkan LCM, semen sumbat, dan dipompakan lebih dari 2000 M3 air serta lumpur ke dalam lubang sumur. Selain itu didukung oleh data yang tidak ada kontaminasi LCM maupun semen terhadap mata air yang berada di sekitar lokasi sampai jarak 4 km dengan beda ketinggian lebih dari 300 m.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, maka Sumur Injeksi MT 6 dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Sumur Injeksi MT-6 berkedalaman 123.76 m, litologi sumur dari permukaan sampai kedalaman 41 m disusun oleh Breksi Tufa Terubah dan Andesit Terubah, Intensitas ubahan sedang sampai sangat kuat, batuan dikelompokkan menjadi lapisan over burden (0-6m), dan lapisan penudung (cap rock) dari kedalaman 6-41 m. Litologi selanjutnya tidak diketahui karena dilakukan bor buta (blind drilling)
2. Mineral-mineral ubahan hidrotermal di-

dominasi oleh oksida besi dan mineral lempung (kaolinit, smektit dan montmorilonit), dengan/tanpa; pirit, karbonat/kalsit, kuarsa sekunder, dan anhidrit yang termasuk dalam tipe ubahan argilic.

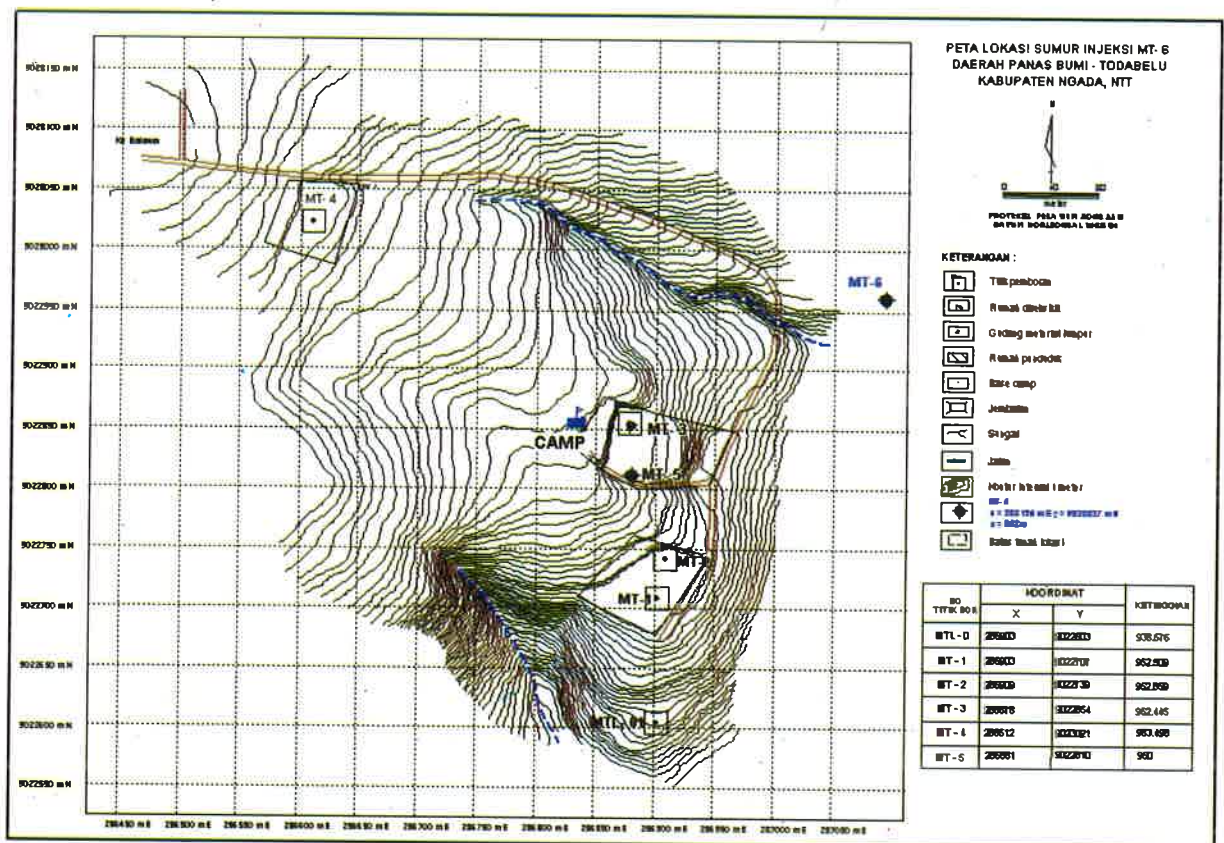
- Hasil pengukuran temperatur sumur injeksi MT-6 sampai kedalaman 123 m, temperatur terukur = 53.3C dan temperatur maksimum = 63.2 C. Terdapat anomali gradien panas di kedalaman tersebut sebesar 33 oC per 100 m, tetapi tidak akan terjadi semburan karena masih jauh ke "boiling point" (>180 C).

Sumur MT-6 sangat cocok dijadikan sumur injeksi di lapangan panas bumi Mataloko, karena tidak berpengaruh terhadap sumur-sumur (MT-2, MT-3, MT-4, dan MT-5), tidak

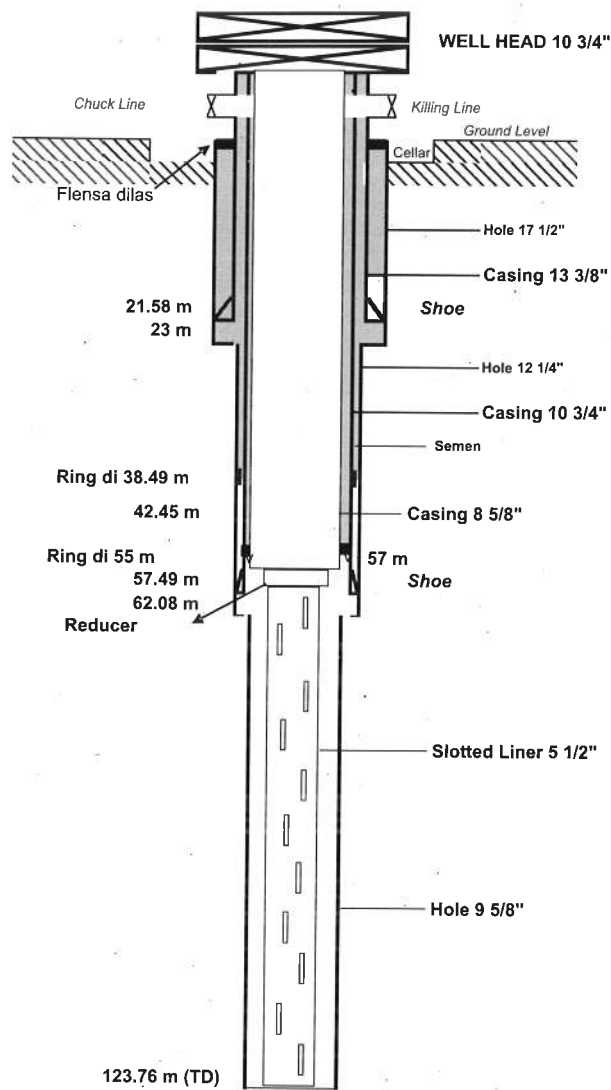
ada aliran balik (TLC) walaupun telah dipompakan lebih dari 2000 M3 air serta lumpur ke dalam lubang sumur dan tidak ditemukan kontaminasi LCM maupun semen terhadap mata air yang ada di sekitar lokasi sampai jarak 4 km dan beda ketinggian lebih dari 300 m.

### Ucapan terimakasih

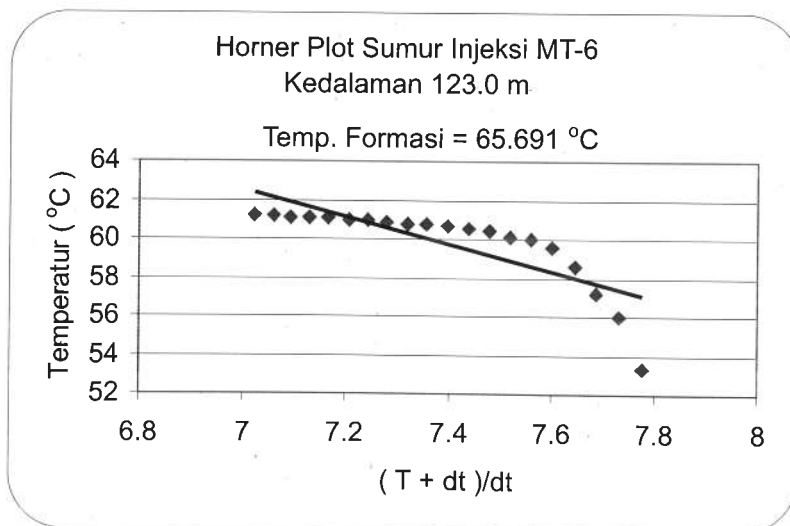
Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Sumberdaya Geologi, Koordinator Kelompok Penelitian Panas Bumi beserta jajarannya, Tim Editor dan teman-teman yang telah mendorong serta memberi semangat kepada penulis sehingga terselesaikannya makalah ini.



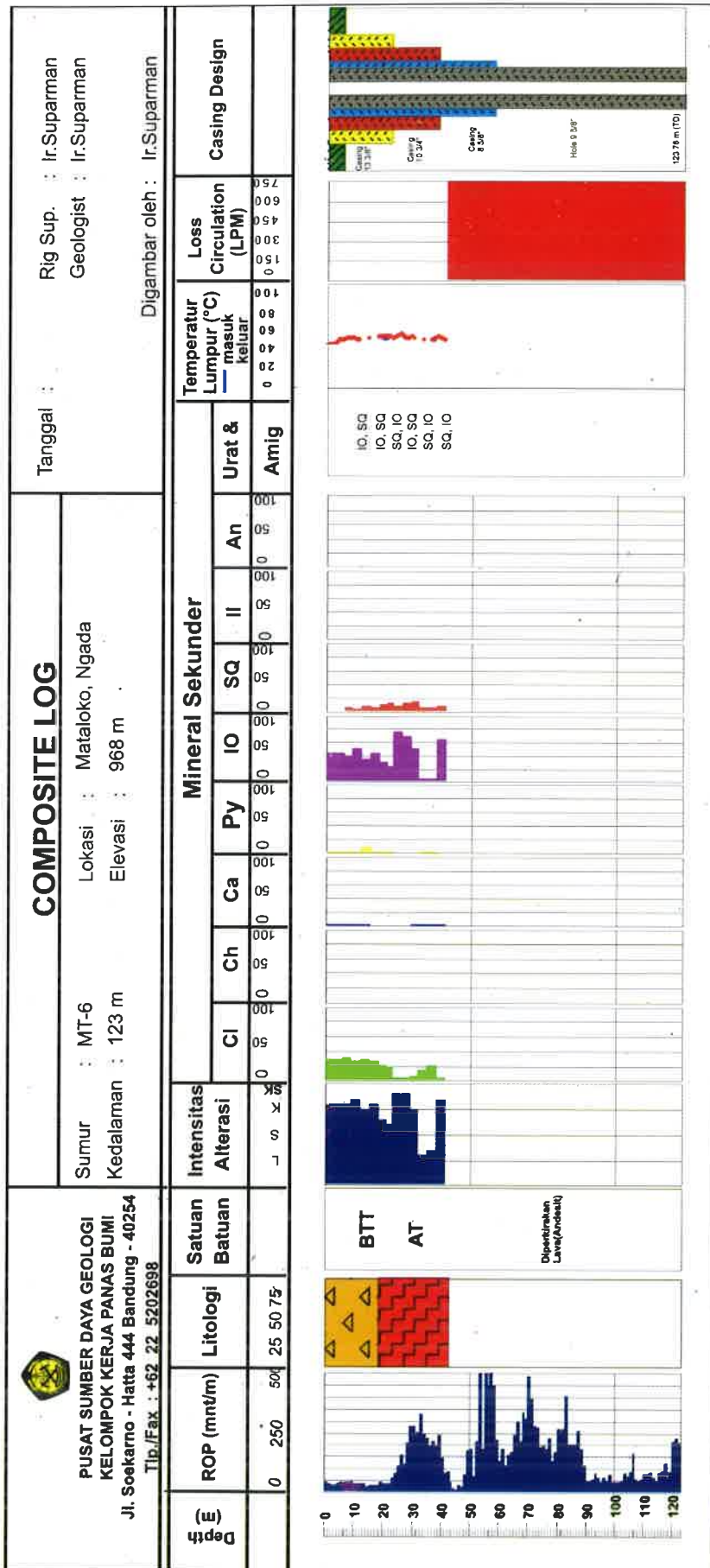
Gambar 1. Lokasi Sumur Injeksi MT-6



Gambar 3. : *Casing Design* Sumur Injeksi MT-6 Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kab. Ngada - NTT



Gambar 4. Horner Plot Sumur Injeksi MT-6



Gambar 3. Composite Log Sumur Injeksi MT-6



Tabel 2 :  
Material Loss yang Dipakai Untuk Atasi TLC di Sumur MT-6  
Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kab. Ngada - NTT

NO.	MATERIAL	JUMLAH	KETERANGAN	M <sup>3</sup>
1	Semen	122 sak	Empat kali semen sumbat	5
2	Bentonit	37 sak	Dibuat bola-bola bentonit	43
3	Micatex	350 sak	Didorong dengan air	0.5
4	CMC	15 sak	Dimasukan lalu ditekan	0.6
5	Bata merah	600 buah	Dimasukan lalu ditekan	1
6	Serbuk gergaji	50 kg	Dimasukan lalu ditekan	0.5
7	Batang pisang	5 m <sup>3</sup>	Dimasukan lalu ditekan	5
8	Barit	750 kg	Dimasukan lalu ditekan	1
9	Tanah	5 m <sup>3</sup>	Dimasukan lalu ditekan	5
10	Air	1923776 lt	Bor buta	1923
11	Lumpur Kental	33 m <sup>3</sup>	Spot H.Vis	33
12	Serbuk bor	1520 lt	Bor buta	1.5
<b>Jumlah Total =</b>				<b>2019.1</b>

No	Kedalaman (m)	Hilang Sirkulasi	Tekanan (KSc)	Keterangan
1	42.45	TLC > 680 lpm	0	Terjadi "Drilling Break" Atasi TLC dengan : - Semen sumbat sebanyak 4kali - Masukan LCM, micatex, serbuk gergaji, batang pisang, barite, bentonit, bata merah, tanah, rumput alimusa, Tidak berhasil, operasi pemboran dilanjutkan BOR BUTA Operasi pemboran pakai air Spot HV mud setiap kemajuan 3 meter
2	45 - 48	TLC > 660 lpm	0	Terjadi "Drilling Break"
3	54	TLC >660 lpm	0	Terjadi jepitan (OP 10 ton), cabut rangkaian bebas
4	54 - 84	TLC > 560 - 700 lpm	0 - 3	Beberapa kali rangkaian duduk di 57.49 dan 60.63 m Di kedalaman 70 m rangk terjepit (OP 15 ton). Cabut rangkaian, sub kelly putus, pancing "fish" berhasil Terjadi "Drilling Break" pada kedalaman 63 m & 79 m
5	85 - 87	TLC > 680 lpm	0	Terjadi "Drilling Break"
6	87 - 123.76	TLC > 660 - 720 lpm	1 - 2	Terjadi "Drilling Break" pada kedalaman 91m, 96 m 100 - 102 m, 108 - 109 m, 115 m, dan 119 m.
7	123.76	TLC >680 lpm	2	Terjadi beberapa kali rangkaian duduk di 123.40 m dan beberapa kali rangkaian terjepit di kedalaman 123.76 m (OP 15 - 20 ton)

**ACUAN**

Akasako, H., Matsuda, K., Tagamori, K., Koseki, T., Takahashi, H. and Dwipa, S. (2002). Conceptual models for geothermal system in the Wolo Bono, Nage and Mataloko field, in Bajawa area, Central Flores, Indonesia. Special Publication: Indonesia Japan Geothermal Exploration Project in Flores Island, p. 395-410.

Badan Standardisasi Nasional, 2001. Prosedur Uji Alir Fluida Sumur Panas Bumi, SGSM 32 2002.

Bain, R.W. (1964) Steam Tables. Physical Properties of Water and Steam (0 - 800 °C and 0-100 bars). Published by Her Majesty's Stationery Office, p. 147.

Directorate of Mineral Resources and Inventory (2001), Flow test report of the MT-2 well. The Mataloko Geothermal Field, Ngada Flores Island, East Nusatenggara. Published by DMRI, p. 130.

Interim Report, Geol. Surv. Japan 1-3 Higashi 1 chome, Tsukuba, Ibaraki, 305 8567 Japan.

Indonesia. Special Publication : Indonesia Japan Geothermal Exploration Project in Flores Island, p. 241-252.

- Menzeis A.J, Roux at all, 1979., Temperature Trancient Analyze.
- Menzeis A.J, Roux at all, 1979, Horner Plot.
- Muraoka, H., Nasution, A., Urai, M., Takahashi, M and Takashima, I. (1999). A geothermal regime constrained by dike shaped magma in Bajawa, Flores, Indonesia. In Abstract of 1999 Annual Meeting of Geothermal Research Society of Japan.
- Nanlohy, F dkk, 1997 : Geologi Daerah Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada, Flores-NTT. Laporan Dit. Vulk. Tdk dipubl.
- Nanlohy, F dkk, 1998 : Laporan Geologi dan Pemetaan Batuan Ubahan Daerah Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada, Flores Tengah-NTT. Laporan Dit. Vulk. Tdk. Dipubl.
- Nanlohy, F., Sitorus, K., Kasbani, Dwipa, S and Simanjuntak, J. (2002). Sub surface geology of the Mataloko geothermal field, deduced from MTL 01 and MTL-2 wells, Central Flores, East Nusatenggara, Indonesia. Special Publication : Indonesia Japan Geothermal Exploration Project in Flores Island, p. 335 345.
- Nanlohy, F dkk, 2004 Laporan Pemboran Sumur Deliniasi MT-4, Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada NTT.
- Sitorus, K., Fredy, N (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., Fredy, N., and Simanjuntak, J (2001). Drilling activity in the Mataloko Geothermal Field, Ngada NTT, Flores Indonesia. Proceeding Of the 5th INAGA annual Scientific Conference and Exhibitions. Yogyakarta, 6p.
- Suparman, Arif Munandar (2004) Laporan Pemboran Sumur Deliniasi MT-3, Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada NTT
- Suparman, Arif Munandar (2005) Laporan Pemboran Sumur Eksplorasi MT-5, Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada NTT
- Suparman, Arif Munandar (2006) Laporan Pemboran Sumur Injeksi MT-6, Lapangan Panas Bumi Mataloko, Kabupaten Ngada NTT
- Tagamori, K., Saito, A., Koseki, T., Takahashi, H., Dwipa S. and Futagoishi, M. (2002). Geology and hydrothermal alterations, and those correlation to physical properties obtained from gravity and resistivity measurements in the Mataloko geothermal field. Special Publication : Indonesia Japan Geothermal Exploration Project in Flores Island, p. 383 394.
- Takahashi, H., et al. (1998). Geothermal Geological Map of Mataloko, Wolo Bobo and Nage Areas, Flores Indonesia. 1998
- Uchida, T., Andan, A and Ashari ( 2002). Interpretation of DC resistivity data at the Bajawa geothermal field, Central Flores,
- Yasukawa, K., Andan, a., Kusuma, D. s., Uchida, T. and Kikuchi, T., (2002). Self potential mapping of the Mataloko and Nage geothermal field, central Flores, Indonesia for application on reservoir modeling. Special Publication : Indonesia Japan Geothermal Exploration Project in Flores Island, p. 279 290