

## USULAN PEMANFAATAN FLUIDA LAPANGAN PANAS BUMI MARANA, KABUPATEN DONGGALA, SULAWESI TENGAH

Oleh :

**Fredy Nanlohy**

*Kelompok Kerja Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi*

### SARI

Lapangan panas bumi Marana adalah lapangan panas bumi non vulkanik. Sumber panas berasal dari batuan intrusi berumur Kuartar yang terletak di sebelah timur hingga timurlaut kenampakan panas bumi Marana dan Masaingi. Batuan intrusi ini dicirikan oleh adanya anomali gravity. Sistem panas bumi pada batuan reservoirnya adalah sistem dominasi air panas, terbukti oleh adanya aliran air panas dengan debit 317 liter/menit pada sumur landaian suhu MM-1 dari kedalaman 185 m. Hasil analisa batuan menunjukkan bahwa mulai dari kedalaman 60 m hingga kedalaman 185 m merupakan lapisan transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Salah satu contoh reservoir sistem dominasi air panas untuk pemanfaatan langsung (sistem pemanas hotel dan kolam air panas) dan pemanfaatan tidak langsung (PLTP skala kecil/250 KW) adalah pada lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria. Jika dibandingkan dengan sistem reservoir pada lapangan panas bumi Marana, maka terdapat kesamaan sistem reservoir, debit air panas dan temperatur reservoirnya. Dengan demikian pemanfaatan sistem air panas pada lapangan panas bumi Marana dapat digunakan sebagai PLTP berskala kecil, sebagai pengering kopra, ikan asin dan pengembangan daerah wisata di Sulawesi Tengah.

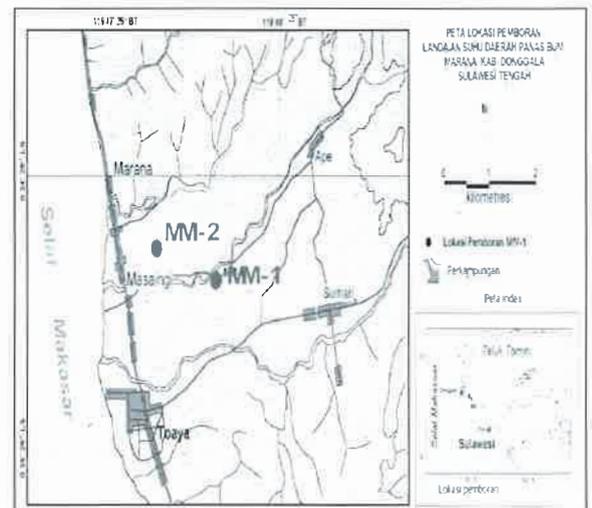
### PENDAHULUAN

Pada lapangan panas bumi Marana telah dilakukan pemboran dua sumur landaian suhu yaitu sumur MM-1 dan MM-2. Dari dua sumur landaian suhu tersebut, maka sumur MM-1 merupakan sumur panas bumi yang menarik karena terdapat aliran air panas dengan debit 317 liter/menit dan temperatur di kepala sumur mencapai 95°C (temperatur air panas bawah permukaan ± 104°C).

Sumur landaian suhu MM-1 berada di Desa Masaingi Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis lokasi sumur landaian suhu MM-1 terletak pada posisi 119° 48' 42,5" Bujur Timur dan 00° 35' 10" Lintang selatan atau pada posisi koordinat UTM 812994 mE dan 9935138 mN dengan ketinggian ± 57 m di atas permukaan laut. Lokasi sumur landaian suhu MM-1 terletak pada morfologi satuan pedataran lembah graben yang dikelilingi oleh satuan morfologi perbukitan terjal dan Satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang-lemah, (**Gambar 1**).

Dengan membandingkan apa yang telah dihasilkan pada sumur landaian suhu MM-1 ini terhadap pemanfaatan reservoir bersistem dominasi air panas yang terdapat pada lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria, maka tidak diragukan lagi bahwa

pada lapangan panas bumi Marana dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung.



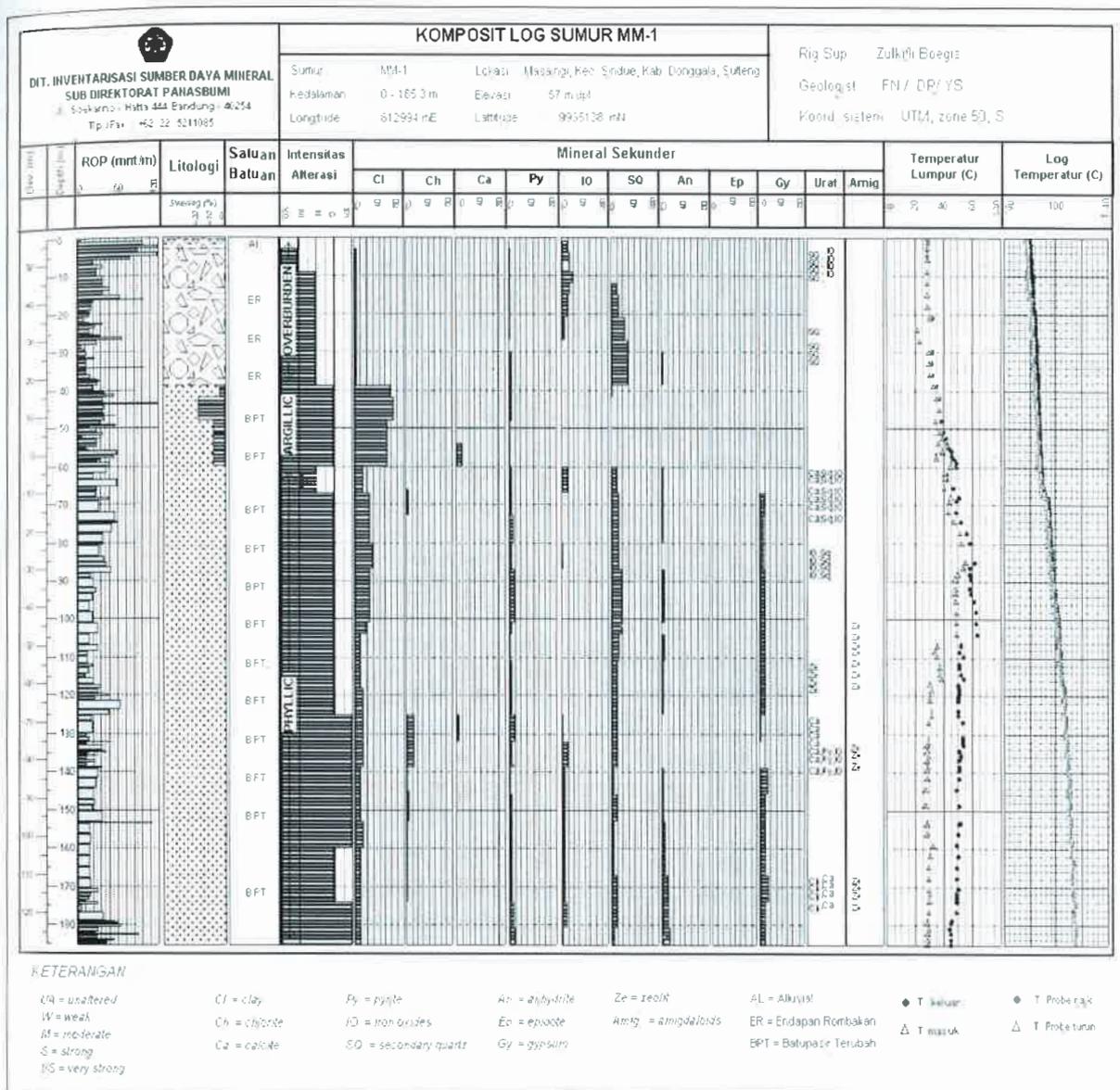
Gambar 1.

*Peta Lokasi MM-2 Lapangan Panas Bumi Marana,  
Kab. Donggala, Sulawesi Tengah*

### HASIL PEMBORAN LANDAIAN SUHU

#### Geologi

Litologi sumur landaian suhu MM-1 terdiri dari (atas/muda ke bawah/tua) adalah,



Gambar 2. Komposit Log Sumur Landaian Suhu MM-1, Lapangan Panas Bumi Marana, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah

**Endapan Aluvial**, terdapat dari permukaan hingga kedalaman 1 m, terdiri dari tanah penutup berwarna kecoklatan, di permukaan menunjukkan batuan lepas yang terdiri dari berbagai ukuran dan berbagai fragmen yang berasal dari batuan yang lebih tua, seperti batuan sedimen, granit, granodiorit dan metamorf yang merupakan endapan sungai. Endapan aluvial ini belum mengalami ubahan hidrotermal.

**Batu Pasir Terubah**, terdapat pada kedalaman 1 – 185 m, mendominasi hampir seluruh batuan yang terdapat pada sumur MM-1. Batu pasir yang bersifat lepas (unconsolidated material) terdapat mulai kedalaman 1 m hingga kedalaman 20 m, sedangkan batu pasir yang kompak dan padat terdapat pada kedalaman 20-185 m.

Satuan batu pasir ini terdiri dari (dari bawah ke atas) konglomerat polimik, batu pasir berukuran sangat kasar sampai sangat halus serta lanau/silt. Ukuran butir ini bergradasi dari sangat halus pada bagian atas hingga sangat kasar pada bagian bawah dan lapisan yang paling bawah adalah konglomerat polimik

Ditemukan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (parallel lamination), laminasi silang-siur (cross lamination) dan perlapisan bersusun (cross bedding). Perulangan perlapisan batuan sedimen ini terjadi hingga lebih dari 10 sekuen perlapisan. Melihat struktur-struktur sedimen tersebut di atas, dapat diperkirakan pembentukan atau lingkungan pembentukan batuan sedimen ini adalah lingkungan laut dalam atau sebagai batuan sedimen turbidit.

### **Struktur Geologi**

Gejala struktur geologi pada sumur bor dapat diindikasikan adanya breksiasi, milonitisasi, adanya hilang sirkulasi pada lumpur pembilas (TLC/PLC), adanya driling break dan lain sebagainya. Pada sumur MM-1 gejala adanya struktur geologi hanya ditandai oleh adanya hilang sirkulasi sebagian (PLC) yang terjadi pada kedalaman 22.5 – 25 m, kemungkinan hanya merupakan struktur minor atau rekahan permukaan.

Kondisi batuan (inti bor) dari kedalaman 60 sampai dengan 170 m tidak menunjukkan adanya rekahan – rekahan yang disebabkan oleh tektonik. Rekahan-rekahan halus yang terisi oleh mineral-mineral Ca, IO, Py, dan SQ baru ditemukan pada kedalaman 170 – 185 m. Tetapi pada kedalaman 170 – 181 m ini tidak terjadi hilang sirkulasi. Dengan demikian pada sumur MM-1 dapat dikatakan miskin rekahan/struktur.

### **Mineral Ubahan**

Secara keseluruhan kehadiran mineral ubahan dari kedalaman 1 – 185 m dicirikan oleh adanya proses argilitisasi, piritisasi, oksidasi, silisifikasi, divitifikasi dengan/tanpa karbonatisasi, kloritisasi, anhidritisasi, gysumnisasi, zeolitisasi dan epidotisasi.

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

- Mineral Lempung (Cl), terdapat hampir pada semua kedalaman dari 3 – 185 m dalam jumlah sedang hingga sangat banyak (5 – 65 %)
- Kalsit /Karbonat (Ca), terdapat hanya pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 54 – 104 m (1 - 10%) dan kedalaman 125 – 185 m (1 – 5 %). Terbentuk sebagai ubahan hidrotermal terubah dan digantikan dari mineral utama pembentuk batuan dan matrik/masa dasar batuan, sebagian kecil sebagai vein (urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan).
- Klorit (Ch), terdapat pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 9 - 30 m, 48 – 54 m, 66 – 80 m dan 125 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 6 %). Umumnya terbentuk dari hasil replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik, sebagian kecil sebagai vein yang berasosiasi dengan Py, IO dan SQ.
- Pirit (Py), terbentuk hampir pada semua kedalaman mulai dari 3 – 185 m dalam jumlah relative sedikit (2 – 10 %), terbentuk sebagai replacement dari mineral utama dan masa dasar/matrik pada batuan. Hanya sebagian kecil sebagai pengisi rekahan pada batuan (vein).
- Oksida Besi (IO), terdapat pada hampir semua kedalaman mulai dari kedalaman 3 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit hingga cukup banyak (1 – 20 %). Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik batuan, sebagian kecil sebagai urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan (Vein) berasosiasi dengan SQ, IO, Ca, dan Ch.
- Kuarsa Sekunder (SQ), terdapat pada hampir semua kedalaman mulai dari 3 – 185 m dalam jumlah yang relative sedikit (1 – 8 %). Terbentuk sebagai replacement mineral plagioklas, feldspar pada batuan dan masa dasar/matrik pada batuan.
- Anhidrit (An), terdapat pada kedalaman tertentu yaitu pada kedalaman 50 – 54 m, 60 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 4 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik pada batuan.

- Gypsum (Gy), terdapat dari mulai kedalaman 66 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 4 %). Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama dan masa dasar/matrik pada batuan.
- Illit (Il), terdapat pada kedalaman tertentu saja yaitu mulai dari kedalaman 60 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 2 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari plagioklas dan mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar gelas vulkanik andesit.
- Zeolit (Ze), terdapat pada kedalaman 66 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit – agak banyak (1 – 10 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan terutama plagioklas dan gelas vulkanik. Sebagian kecil sebagai pengisi rongga pada batuan (Vug).
- Epidot (Ep), terdapat mulai dari kedalaman 101 – 185 m dalam relatif sedikit yaitu ( 1 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan (granit, granodiorit, metamorf dan tufa) dan ubahan dari masa dasar/matrik batuan.

### Aliran Air Panas

Temperatur lumpur pembilas tercatat meningkat dari kedalaman 40 m menjadi 35°C. Pada kedalaman 52,50 m, temperatur lumpur pembilas makin meningkat mencapai 41°C, kedalaman 60 m selisih temperatur lumpur masuk dan keluar ( $\Delta t$ ) mencapai 12°C. Terpaksa dilakukan set casing 4" pada kedalaman 60 m. Sebelum set casing, dilakukan pengukuran logging I temperatur. Sensor pada probe temperatur bermasalah, sehingga logging temperatur Tidak dapat dilakukan, sedangkan termometer maksimum menunjukkan temperatur bawah permukaan sebesar 75°C. Saat berhenti bor pada kedalaman 60 m, ada aliran air panas yang keluar dari sumur dengan temperatur sebesar 48°C, debit maksimum

Gb.2 Skema pemanfaatan langsung dan tidak langsung sistim reservoir dominasi air panas di lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria.

4 liter/menit.. Termometer maksimum pada kedalaman 104 m menunjukkan 84°C Ada aliran air panas dari dalam sumur dengan temperatur 76°C dan debit  $\pm$  5 liter/menit. Pada kedalaman 185,30 m,

sirkulasi pakai air dingin dengan temperatur 29-30°C dan temperatur keluar terukur sebesar 49°C, selisih temperatur masuk dan keluar ( $\Delta t$ ) mencapai 10-18°C, tekanan air panas yang mengalir melalui sumur semakin meningkat sehingga pompa air/lumpur tidak sanggup untuk melakukan sirkulasi. Hasil monitoring menunjukkan temperatur mencapai 94°C dengan debit air panas sebesar 317 liter/menit.

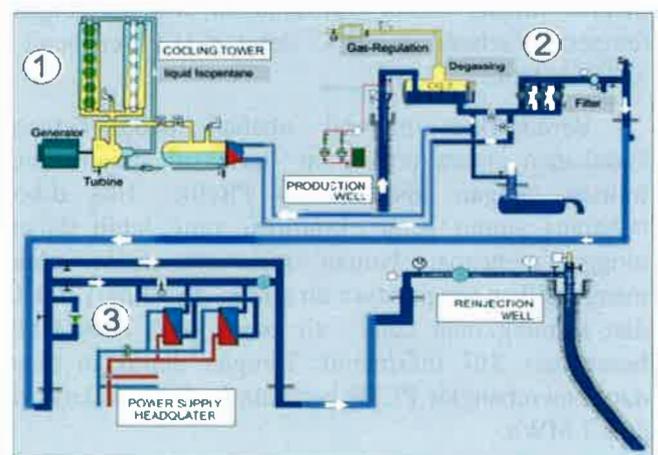
Temperatur maksimum hasil logging, setelah direndam selama  $\pm$  4 jam (pengukuran dilakukan berkali-kali untuk mendapatkan hasil yang baik) adalah 104°C.

### KEMUNGKINAN PEMANFAATAN LAPANGAN PANAS BUMI MARANA

#### Contoh Pemanfaatan Langsung dan Tidak Langsung

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dengan kapasitas sebesar 250 kW telah dibangun di lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria (Goldbrunner, 2005, Hoenig, 2005, Legmann, 2005)

Selain dari pemanfaatan sebagai PLTP, proyek ini juga memanfaatkan sisa air panas dari sistim pembangkit listrik tersebut untuk pemanfaatan langsung seperti pemanas untuk hotel di daerah setempat dan kolam air panas untuk pengobatan dan permadian umum.



Gambar 2

Penjelasan skema pemanfaatan langsung dan tidak langsung (Gb.2) reservoir panas bumi bersistem dominasi air panas, adalah sebagai berikut :

1. Air panas dari sumur produksi (temperatur  $\pm 110^{\circ}\text{C}$ , debit = 30 liter/detik) kedalaman 3000 m, masuk dalam instalasi pembersih dan pengering gas  $\text{CO}_2$ , kemudian air panas ini akan masuk ke dalam turbin pembangkit listrik menghasilkan PLTP dengan kapasitas 250 Kw yang digunakan sebagai penerang hotel di daerah setempat.
2. Dari instalasi pembersih dan pengering gas, sebagian air panas tersebut (temperatur  $\pm 85^{\circ}\text{C}$ ) dimanfaatkan sebagai system pemanas hotel dan kolam air panas.
3. Setelah itu air panas tersebut (temperature  $50^{\circ}\text{C}$ ) di masukkan dalam sumur injeksi dengan kedalaman 3000 m.

### **Pemanfaatan Lapangan Panas Bumi Marana**

Contoh pemanfaatan langsung dan tidak langsung tersebut di atas, sangat sederhana dan contoh ini dapat dimanfaatkan pada banyak lapangan panas bumi di Indonesia. Lapangan panas bumi seperti ini banyak ditemukan di Indonesia, karena tidak membutuhkan temperatur yang tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk PLTP skala kecil terutama untuk penerangan di pedesaan atau untuk mengembangkan daerah wisata sebagai penambah pemasukkan daerah serta pemanfaatan langsung lainnya.

Hasil pemboran sumur landaian suhu di lapangan panas bumi Marana (F.Nanlohi,dkk. 2005), terutama di daerah sekitar sumur MM-1, menunjukkan aliran air panas dari bawah permukaan melalui lubang sumur (kedalaman 185 m) dengan temperatur sebesar  $\pm 104^{\circ}\text{C}$ , debit  $\pm 317$  liter/menit ( $\pm 5$  liter/detik).

Berdasarkan mineral ubahan pada batuan, kedalaman antara 60-185 m termasuk dalam zona transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Jika dibor beberapa sumur semi eksplorasi yang lebih dalam hingga mencapai batuan reservoir, maka akan menghasilkan temperature air panas besar dari  $104^{\circ}\text{C}$  dan kemungkinan debit air panas juga akan lebih besar dari 317 liter/menit. Dengan demikian akan dapat membangkit PLTP berskala kecil setidaknya di atas 1 MWe.

Pada lapangan panas bumi Bad Blumau di Austria, telah dibor sebanyak 63 sumur dan hanya satu sumur produksi (Bad Blumau 2) yang dapat menghasilkan 250 KW listrik dan pemanfaatan

langsung lainnya. Sumur-sumur lainnya tidak begitu panas.

Lapangan panas bumi Marana berada di pinggir laut ( $\pm 3$  Km dari pantai), dan di daerah ini banyak ditemukan kebun kelapa yang diusahakan oleh penduduk setempat. Karena itu sistim pemanfaatan langsung dan tidak langsung seperti yang terdapat di lapangan panas bumi Bad Blumau dapat ditiru dan dikembangkan di lapangan panas bumi Marana.

Setelah dimanfaatkan sebagai PLTP skala kecil, sisa air panas dapat dialirkan untuk pemanas kopra, ikan asin (hasil laut) dan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan daerah wisata di Sulawesi Tengah.

### **KESIMPULAN**

- o Hasil pemboran sumur landaian suhu MM-1 mencapai kedalaman 185 m, menghasilkan aliran air panas dengan debit 317 liter/menit dan temperatur air panas di kepala sumur mencapai  $94^{\circ}\text{C}$  (di kedalaman 185 m =  $104^{\circ}\text{C}$ ). Hasil analisa batuan menunjukkan kedalaman 60-185 m merupakan lapisan transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Masih memungkinkan mendapatkan temperature dan debit air panas yang lebih tinggi pada batuan reservoir.
- o Data dari hasil sumur bor MM-1 tidak berbeda jauh dengan apa yang terdapat di lapangan panas bumi Bad Blumau, bahkan lebih baik.
- o Sistim reservoir dominasi air panas pada lapangan panas bumi Marana dapat digunakan sebagai PLTP skala kecil sekaligus pemanfaatan langsung berupa pengeringan kopra, ikan asin dan pengembangan daerah wisata.

**DAFTAR BACAAN**

- D. Citrin, 2002 : Geothermal Applications and Experience of Organic Rankine Cycle Technology. F:\ida\papers\4060-NEF Article
- F. Nanlohi dkk, 2005 : Pemboran Sumur Landaian Suhu MM-1, Lapangan Panas Bumi Marana, Sulawesi Tengah, proceeding presentasi hasil kerja dit. Inv. Sumber Daya Mineral.
- F. Nanlohi dkk, 2005 : Pemboran Sumur Landaian Suhu MM-2, Lapangan Panas Bumi Marana, Sulawesi Tengah, proceeding presentasi hasil kerja dit. Inv. Sumber Daya Mineral.
- DI. Horst G. Hoenig, 2005 : Geothermal Resources as a Promoter of Regional Development, The Success Story of The Styrian Volcanic Region. Proceedings Word Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005
- Hilel Legmann, 2005 : The Bad Blumau Geothermal Project, A low Temperatur, Sustainable and Environmentally Design Power Plant. Proceedings Word Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005
- Johann Goldbrunner, 2005 : Bad Blumau (Styria, Austria) The Success Story of Combined Use of Geothermal Energy. GHC Bulletin, Juni 2005.
- ORMAT, 2005 : Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Modular. Majalah ORMAT.