

**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
1999/2000**

Jakarta, 23 - 24 Februari 2000

**Tema :
Peranan Teknologi Isotop dan Radiasi
untuk Mensejahterakan Masyarakat**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

- Penyunting :
- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Dr. F. Suhadi, APU | P3TIR - BATAN |
| 2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU | P3TIR - BATAN |
| 3. Ir. Simon Manurung, M.Sc | P3TIR - BATAN |
| 4. Ir. Elsje L. Sisworo, M.Si, APU | P3TIR - BATAN |
| 5. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU | P3TIR - BATAN |
| 6. Dr. Singgih Sutrisno, APU | P3TIR - BATAN |
| 7. Marga Utama, B.Sc, APU | P3TIR - BATAN |
| 8. Ir. Wandowo | P3TIR - BATAN |
| 9. Dr. Made Sumatra, M.Si | P3TIR - BATAN |
| 10. Dr. Darmawan Darwis | P3TIR - BATAN |
| 11. Hendig Winarno, M.Sc | P3TIR - BATAN |
| 12. Dr. Nelly D. Leswara | P3TIR - BATAN |
| 13. Dr. Komarudin Idris | (Universitas Indonesia)
(Institut Pertanian Bogor) |

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI (2000 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi, Jakarta, 23 - 24 Februari 2000 / Penyunting, F. Suhadi ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2000.
1 jil. ; 30 cm

Isi jil. 1. Pertanian, peternakan, proses industri, hidrologi, dan lingkungan

ISBN 979-95709-5-6

I. Isotop - Seminar I. Judul II. Suhadi, F.

541.388

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070
Telp. 021-7690709
Fax. 021-7691607; 7513270
E-mail pairlib@hotmail.com; sroji@batan.go.id

PENGANTAR

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (P3TIR-BATAN) telah menyelenggarakan Pertemuan Ilmiah Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi ke 12, di Jakarta tanggal 23 dan 24 Februari 2000. Pertemuan ilmiah ini bertujuan untuk menyebarluaskan hasil-hasil penelitian teknologi isotop dan radiasi serta sebagai sarana tukar menukar informasi diantara para peneliti serta para peneliti dan industriawan guna lebih mendayagunakan teknologi isotop dalam bidang industri dan untuk lebih memperluas wawasan para peneliti.

Pertemuan ilmiah ini dihadiri oleh 176 orang peserta (45 orang peserta undangan dan 131 orang peserta lainnya) yang terdiri dari para ilmuwan dan peneliti baik dari lingkungan Batan maupun dari berbagai instansi pemerintah seperti Menteri Negara Riset dan Teknologi, Departemen Kesehatan, Balai Penelitian Bioteknologi - Bogor (BalitBio), Balai Penelitian Veterinaria - Bogor, Pusat Veterinaria - Surabaya (Pusvetma); Perguruan tinggi yaitu Universitas Indonesia -Jakarta, Institut Pertanian Bogor, Universitas Andalas - Padang, Universitas Brawijaya - Malang dan Universitas Udayana - Bali; serta pihak swasta yaitu PT. Perkasa Sterilindo, PT. Pupuk Sriwijaya, PT. Indo Farma, PT. Ristra Indolabs, Japan Atomic Industrial Forum (JAIF), Japan Atomic Energi Research Institute, Japan.

Risalah pertemuan ilmiah ini memuat seluruh makalah yang dipresentasikan dalam pertemuan tersebut yaitu 6 makalah utama/undangan dan 39 makalah peserta. Sedangkan makalah yang tidak dipresentasikan, tidak dimuat dalam risalah ini.

Risalah pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknologi nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang pembangunan nasional dimasa datang.

Penyunting,

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	ix

MAKALAH UTAMA

Arah Kebijakan Riset dan Teknologi dalam Memasuki Milenium Ketiga A. AZIZ DARWIS (Asisten Menristek Bidang Pengembangan Ristek)	1
--	---

MAKALAH UNDANGAN

Community Development by Radiation Processing of Natural Resources Keizo Makuuchi (Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI, Japan)	9
Perkembangan Penggunaan Teknik Radioperunut dalam Industri WANDOWO (P3TIR, BATAN)	11
Arti Strategis Teknik Radiotracer dan Radioscanning dalam Industri Pupuk WIBISONO SOEYOSO DAN M. ABBAD (P.T. Pupuk Sriwijaya)	17
Langkah-langkah Strategis untuk Menjadikan Tanaman Obat Asli Indonesia Menjadi Sediaan Fitofarmaka JAMES M. SINAMBELA (P.T. Indo Farma)	21
Potensi Tumbuhan Obat Asli Indonesia Sebagai Produk Kesehatan H. M. HEMBING WIJAYAKUSUMA (Himpunan Pengobatan Tradisional dan Akupuntur Se-Indonesia)	25

MAKALAH PESERTA

Gamma radiation induce clonal variation in <i>Catharantus roseus</i> (L) Don. SUMARYATI SYUKUR	33
Pengembangan teknik " ³² P- post labelling" untuk mendeteksi dini risiko kanker BUDIAWAN	39
Penggunaan metode <i>radioassay</i> teknik fase padat dalam reaksi fiksasi α -Kobratoksin terhadap reseptor koligernik NURLAILA Z.	45
Perbandingan dua formula radiofarmaka sidik otak ^{99m} Tc-ESD beserta karakteristiknya NANNY KARTINI, KUSTIWA, RUKMINI ILYAS, DAN ISWAHYUDI	51
Pembentukan radikal bebas pada <i>Graft</i> tulang manusia dan <i>Bovine</i> iradiasi BASRIL ABBAS, SUTJIPTO SUDIRO, DAN NAZLY HILMY	57
Pengaruh iradiasi sinar gamma pada <i>Salmonella chester</i> dan sensitivitasnya terhadap antibiotika T. HASAN BASRY	63
Pengujian isolat klinik <i>Mycobacterium tuberculosis</i> resisten terhadap beberapa antibiotika dengan metode reaksi berantai polimerase / <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) MARIA LINA R., DADANG, S., DAN F. SUHADI	69

Deteksi cepat bakteri <i>Escherichia coli</i> enterohemoragik (EHE) dengan metode PCR (Polymerase Chain Reaction) DADANG SUDRAJAT, MARIA LINA R, DAN F. SUHADI	75
Studi radikal bebas biji pulasari (<i>Alyxia reinwardtii</i> . BI) hasil radiasi gamma menggunakan <i>Electron Spin Resonance</i> (ESR) ERIZAL DAN RAHAYU CHOSDU	81
Aplikasi program database dalam seleksi galur mutan sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) SOERANTO, H.	87
Proporsi sumbangan Nitrogen oleh tanah, pupuk dan <i>Pseudomonas putida like</i> dalam tanaman sorghum pada inceptisol Sumatra Selatan A.A.I. KESUMADEWI, ISWANDI ANAS, D.A. SANTOSA, DAN ELSJE L. SISWORO	95
Analisis pemberian limbah pertanian abu sekam sebagai sumber silikat pada andisols dan oxisol terhadap pelepasan fosfor terjerap dengan teknik perunut ³² P ILYAS, SYEKHFANI, DAN SUGENG PRIJONO	103
Serapan N berasal dari sludge iradiasi yang dikombinasikan dengan pupuk N oleh tanaman terong M.M. MITROSUHARDJO, HARYANTO, S. SYAMSU, HARSOJO DAN N. HILMY	111
Tanggapan tanaman padi sawah terhadap pemadatan tanah IDAWATI DAN HARYANTO	115
Hasil gabah dan sumbangan N pupuk yang dipengaruhi oleh pemberian Zeolit dan pupuk hijau Sesbania pada tanaman padi sawah HARYANTO, IDAWATI DAN TAMSIL LAS	121
Pengamatan dinamika populasi dan penangkapan massal lalat buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) untuk pengendalian di kebun mangga A.N. KUSWADI, M. INDARWATMI, I.A. NASUTION, D. SIKUMBANG DAN T. HIMAWAN	127
Pemanfaatan ragi produk lokal untuk substitusi ragi torula dalam formulasi makanan buatan larva lalat buah (<i>Bactrocera carambolae</i> Drew & Hancock) D. SIKUMBANG, I.A. NASUTION, M. INDARWATMI, DAN A.N. KUSWADI	133
Efisiensi N-Urea pada padi sawah yang diaplikasikan dengan <i>azolla</i> HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, Y. WEMAY, DAN W.H. SISWORO	139
Uji aplikasi formulasi pelepasan terkendali insektisida karbofuran pada tanaman padi varietas cilosari M. SULISTYATI, ULFA T.S, SOFNIE M.CH., A.N. KUSWADI, DAN M. SUMATRA	145
Translokasi herbisida 2,4-D- ¹⁴ C pada tanaman gulma dan padi pada sistem persawahan SOFNIE M. CHAIRUL, MULYADI DAN IDAWATI	151
Pengaruh iradiasi terhadap infektivitas metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> pada kambing M. ARIFIN, BOKY J.T., DAN TARMIZI	157
Pengaruh vaksinasi dengan larva tiga <i>Haemonchus contortus</i> iradiasi terhadap respon kekebalan pada domba BERIAJAYA DAN SOEKARDJI P.	163
Kultivasi jamur kuping (<i>Auricularia</i> sp.) dalam media tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergaji hasil iradiasi ENDRAWANTO DAN E. SUWADJI	169
Limbah agroindustri dan peternakan ayam sebagai pakan tambahan ikan nila HARSOJO, ANDINI, L.S., ROSALINA, S.H. DAN SUWIRMA, S.	175

Pengukuran serapan polutan gas NO ₂ pada tanaman tipe pohon, semak dan penutup tanah dengan menggunakan gas NO ₂ berlabel ¹⁵ N NIZAR NASRULLAH, SOERTINI GANDANEGARA, HENY SUHARSONO, MARIETJE WUNGKAR DAN ANDI GUNAWAN	181
Interaksi uap reservoir dan aquifer di sekelilingnya pada lapangan panas bumi Kamojang ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, DJIONO, ALIP, DAN WIBAGIYO	187
Penelitian asal-usul berbagai sumber air di sekitar bendungan Ngancar Wonogiri, Jawa Tengah dengan teknik isotop alam PASTON SIDAURUK, INDROJONO, WIBAGIYO, BUNGKUS PRATIKNO, DAN EVARISTA RISTIN	195
Studi arah dan penyebaran rembesan air Danau Batur menggunakan isotop alam Oksigen-18 dan Deuterium WIBAGIYO, INDROYONO, PASTON S, ZAINAL A, EVARISTIN	201
Penentuan lokasi pembanding berdasarkan distribusi ¹³⁷ Cs lapisan tanah dari beberapa lokasi stabil NITA SUHARTINI, DARMAN, HARYANTO, DAN DJAROT AS.	207
Penentuan nilai rasio isotop Oksigen (¹⁸ O/ ¹⁶ O) dan Sulfur (³⁴ S/ ³² S) dari BaSO ₄ DIN 5033 (MERCK) untuk standar internal EVARISTA RISTIN P.I, PASTON SIDAURUK, WIBAGYO, DJIONO, DAN SATRIO	217
Scanning kolom proses dengan teknik serapan sinar gamma di UP-IV Pertamina Cilacap SIGIT BUDI SANTOSO, KUSHARTONO, BISANA, DAN EKO MULYANTO	225
Pengukuran tebal pipa terselubung dengan teknik radiografi tangensial menggunakan sumber Iridium-192 SOEDARDJO	229
Pelapisan permukaan pelepah batang pisang batu (<i>Musa brachycarpa</i>) dengan radiasi sinar-UV SUGIARTO DANU, AGUS NURHADI, RITA PUSPITA, DAN ANIK SUNARNI	237
Sifat mekanik komposit campuran Zeolit-PVA yang diiradiasi sinar- γ ⁶⁰ Co DARSONO, SUGIARTO DANU, DAN TAMZIL LAS	245
Pengaruh radiasi sinar- γ dan penambahan kalsium karbonat pada sifat fisika dan mekanik kompon karet alam SUDRADJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, KADARIJAH, DAN MADE SUMARTI KARDHA	251
Studi perbandingan degradasi secara enzimatik campuran CPP/Bionolle dan CPP/PCL dengan modic NIKHAM, FUMIO YOSHII DAN K. MAKUUCHI	259
Sintesis dan karakterisasi Wolfram - Ftalosianin untuk bahan sasaran radioisotop Wolfram-188 (¹⁸⁸ W) aktivitas jenis tinggi DUYEH SETIAWAN	269
Uji aktivitas mikrofungsi asal lingkungan tangki reaktor Triga Mark II terhadap korosi Aluminium ROSMIARTY A. WAHID, LUKMAN UMAR DAN YANI YESTIANI	275
Pemisahan uranium dari hasil belah Zr dan Ru dengan menggunakan TBP 30% - dodekan dalam medium asam nitrat sebagai bahan ekstraktor R. DIDIEK HERHADY, BUSRON MASDUKI, DAN SIGIT	283

INTERAKSI UAP RESERVOIR DAN AQUIFER DI SEKELILINGNYA PADA LAPANGAN PANASBUMI - KAMOJANG

Zainal Abidin, Wandowo, Djiono, Alip, dan Wibagiyo

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

INTERAKSI UAP RESERVOIR DAN AQUIFER DI SEKELILINGNYA PADA LAPANGAN PANASBUMI - KAMOJANG. Telah dilakukan penelitian pengaruh intervensi atau interaksi akifer di sekeliling reservoir dengan uap reservoir (deep fluid) pada lapangan Kamojang selang waktu 1992-1998. Pengamatan perubahan nilai isotop uap dilakukan berdasarkan perubahan nilai isotop ^{18}O dan D pada berbagai sumur produksi. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil contoh uap menggunakan metoda total condensate. Isotop ^{18}O dan D dianalisis menggunakan alat spektrometer massa. Hasil yang diperoleh dari dua pengamatan antara tahun 1992 dan 1998 menunjukkan bahwa interaksi antara akifer dan uap reservoir terjadi pada margin sebelah barat lapangan Panasbumi Kamojang.

ABSTRACT

INTERACTION OF STEAM RESERVOIR AND SURROUNDING AQUIFERS IN THE KAMOJANG GEOTHERMAL FIELD. Investigation of the influence of aquifer interference or interaction in surrounding reservoir with the deep fluid in Kamojang geothermal field since periods 1992 to 1998 have been conducted. Observation of the steam isotope value was done based on changed of isotopes ^{18}O and D values. Method of investigation was carried out by means steam sampling using total condensate system ^{18}O and D isotopes were analysed using Mass spectrometer instrument. Isotope investigation result from 1992 to 1998 periods show that interaction between steam reservoir and aquifer happened in margin area of the west boundary reservoir Kamojang geothermal field.

PENDAHULUAN

Lapangan panasbumi Kamojang, Jawa Barat mempunyai reservoir dengan sistim dominasi uap. Uap kering diproduksi dari reservoir sebesar 1100 ton/jam atau setara dengan 140 Mwe (1). Secara teoritis reservoir dominan uap berada dalam keadaan terisolasi dan berisi uap 100 %. Tetapi kenyataannya tidak demikian didalam reservoir, uap mengalami proses evaporasi kondensasi selama pergerakannya karena berinteraksi dengan batuan disekelilingnya yang mempunyai sifat kebasahan yang berbeda-beda. Didaerah margin dari "boundary" reservoir batuan disekelilingnya mempunyai sifat kebasahan yang tinggi karena dipengaruhi oleh air tanah yang berada diluar reservoir. Adanya interaksi uap yang berasal dari "deep reservoir" dengan batuan yang mengandung tingkat kebasahan yang tinggi akan terjadi percampuran dan terjadi proses kondensasi, kemudian karena kandungan panas yang terdapat dalam batuan masih relatif tinggi maka air yang terkondensasi akan mengalami penguapan kembali. Dalam proses tersebut diatas akan terjadi perubahan kandungan isotop alam O^{18} dan D dari uap "deep reservoir" yang semula kaya menjadi lebih miskin (depleted). Perubahan isotop O^{18} dan D itu disebabkan oleh farksinasi isotop pada proses penguapan-kondensasi pada suhu tertentu (2,4).

Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan adanya proses interaksi didaerah "boundary" reservoir melalui analisis isotop O^{18} dan D dari fluida sumur produksi penghasil uap lapangan panasbumi Kamojang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara

akifer dan *deep fluida* terjadi disekitar margin dari *boundary reservoir* sebelah barat dari lapangan panasbumi Kamojang. Pada monitoring tahun-tahun berikutnya memperlihatkan pengaruh itervensi akifer bergerak kearah selatan terutama pada sumur produksi KMJ-22 dan KMJ-28.

BAHAN DAN METODE

1. Bahan

- Es batu
- Zn (BDH)
- Dry Ice
- Gas CO_2
- Netrogen cair

2. Metode

Metode penelitian terdiri dari :

- Pengambilan contoh fluida panasbumi
- Analisis isotop O^{18} dan D

Pengambilan contoh fluida panasbumi

Pengambilan contoh fluida panasbumi dilakukan pada berbagai sumur produksi yang tersebar didalam lapangan panasbumi dan mewakili berbagai tempat seperti, daerah margin (*boundary reservoir*) dan pusat produksi dengan total contoh 18 buah. Pengambilan contoh fluida uap panasbumi dilakukan dengan cara total condensate menggunakan alat kondensasi melalui kepala sumur (*wellhead*) seperti pada gambar-1 (terlampir).

Contoh uap dari dalam sumur dengan suhu $\pm 200\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 8 atmosfer dikondensasikan secara total pada alat kondensor hingga suhu dibawah suhu udara luar $\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$ dengan mengalirkan es kedalam alat kondensor.

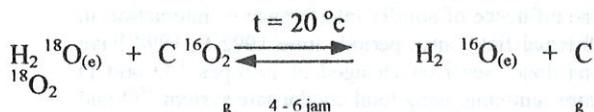
Analisis isotop O^{18} dan D

Analisis isotop O^{18} dan D dilakukan menggunakan alat spektrometer massa model SIRA-9, VG ISOGAS. Sebelum dianalisis pada alat spektrometer massa terlebih dahulu dilakukan perlakuan awal terhadap sampel air.

- Perlakuan awal isotop O^{18}

Perlakuan awal contoh air untuk analisis O^{18} dilakukan menggunakan alat isoprep-18 dengan cara sebagai berikut :

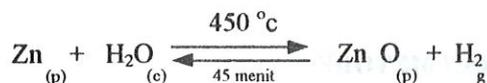
2 ml contoh air dimasukkan kedalam tabung ukuran volume 15 ml kemudian divakumkan, setelah itu dimasukkan gas CO_2 dengan tekanan 500 mbar, kemudian kocok selama 4-6 jam dan terjadi rekasi kesetimbangan seperti berikut :



Gas CO_2 yang mengandung ^{18}O dari H_2O kemudian dimasukkan kedalam alat spektrometer massa dengan system vakum untuk analisis rasio $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.

- Perlakuan awal D

Untuk analisis D terlebih dahulu direaksikan 10 ul sampel air dengan Zn (BDH) kedalam tabung reaksi khusus pada kondisi vakum dan suhu $450\text{ }^\circ\text{C}$ selama ± 45 menit. Dalam tabung tersebut terjadi reaksi seperti berikut :



gas H_2 yang terbentuk dialirkan kedalam alat spektrometer untuk dianalisis rasio D/H.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada tabel-1 memperlihatkan hasil analisis ^{18}O dan D pada periode 1992 dan 1998 dari 18 contoh sumur produksi dari reservoir lapangan panasbumi Kamojang. Data tersebut memperlihatkan bahwa nilai isotop ^{18}O pada berbagai daerah produksi mempunyai nilai yang berbeda-beda (*analitical error* untuk $^{18}\text{O} = 0,15\text{ }^\circ\text{‰}$), sedangkan nilai isotop D relatif homogen (*analitical error* untuk D adalah $2\text{ }^\circ\text{‰}$). Perbedaan nilai ^{18}O disebabkan adanya perbedaan sirkulasi dan peristiwa interaksi batuan dengan air yang menyebabkan nilai ^{18}O relatif lebih kaya dari nilai *recharge*. Sedangkan isotop D dalam sirkulasi air tidak mengalami peristiwa interaksi batuan-air, karena batuan tidak mengandung D, sehingga nilai D tetap menunjukkan nilai *recharge*.

Data tabel-1 (1992) memperlihatkan bahwa daerah produksi timur dan selatan mempunyai nilai isotop ^{18}O yang sama yaitu sekitar $-7,1\text{ }^\circ\text{‰}$, daerah utara mempunyai nilai isotop ^{18}O sekitar $-6,3\text{ }^\circ\text{‰}$, sedangkan sebelah barat relatif mempunyai nilai ^{18}O lebih depleted ($>-7,0\text{ }^\circ\text{‰}$). Khusus untuk daerah margin atau *boundary reservoir* disebelah barat yang diwakili oleh sumur KMJ-40 dan 42 maupun sebelah timur oleh sumur KMJ-7 mempunyai nilai ^{18}O paling *depleted* yaitu antara $-8,2\text{ }^\circ\text{‰}$ hingga $-8,4\text{ }^\circ\text{‰}$. Gambar-2 dengan jelas memperlihatkan pola kontur aliran fluida daerah produksi reservoir fluida yang berasal dari *deep fluid* yang dapat diwakili oleh reservoir timur selatan dan utara, sedangkan fluida reservoir disebelah barat lebih dipengaruhi oleh air yang berasal dari akuifer diluar reservoir. Hal tersebut dapat diperlihatkan oleh pola kontur ^{18}O disebelah barat. Nilai ^{18}O pada daerah margin yang relatif depleted dan mirip dengan air hujan lokal yang mempunyai nilai ^{18}O sekitar $-8,3\text{ }^\circ\text{‰}$ (1), dibandingkan dengan nilai ^{18}O lainnya yang mempunyai nilai ^{18}O lebih kaya antara $1\text{ }^\circ\text{‰}$ hingga $2,2\text{ }^\circ\text{‰}$. Fluida didaerah margin (*boundary reservoir*) kemungkinan merupakan campuran atau interaksi antara *deep fluid* dengan air dari akifer yang berada disekelilingnya. *Deep fluid* yang bersifat uap berinteraksi dengan air akuifer dan mengalami proses kondensasi. Karena kandungan panas reservoir mencukupi, maka air kondensasi tersebut mengalami proses penguapan kembali. Proses evoparasi kondensasi diatas mempengaruhi nilai ^{18}O uap yang diekstraksi atau diproduksi pada sumur tersebut. Uap baru dari hasil reevoparasi mempunyai nilai lebih depleted dibandingkan dengan uap asalnya (*deep fluid*). Perbedaan isotop ^{18}O antara *deep fluid* dengan uap baru sekitar antara $1,5\text{ }^\circ\text{‰}$ hingga $2,0\text{ }^\circ\text{‰}$. Berdasarkan teori fraksinasi isotop yang kemudian oleh Freidman (2) perbedaan nilai isotop antara uap cairan pada fraksinasi isotop ^{18}O sebesar nilai tersebut diperkirakan terjadi pada suhu antara $220\text{ }^\circ\text{C} - 240\text{ }^\circ\text{C}$. Proses evaporasi pada suhu tersebut tidak merubah nilai fraksinasi isotop D, karena nilai D cairan uap pada suhu antara $220 - 240\text{ }^\circ\text{C}$ adalah 0, sehingga nilai D dari uap asal dan uap hasil evaporasi mempunyai nilai yang mirip. Pengaruh akifer tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap nilai D, karena uap *deep fluid* juga berasal dari air recharge yang sama.

Data hasil analisis tahun 1998 memperlihatkan adanya perubahan yang mencolok pada sumur produksi disebelah barat terutama pada sumur KMJ-22, 28, 26, 27 dan 30 perubahan yang sangat menonjol sekali terlihat pada sumur KMJ-22 dan 28 menjadi sangat depleted menjadi $-9,5\text{ }^\circ\text{‰}$ dan $-9,2\text{ }^\circ\text{‰}$. Dalam kurun waktu 6 tahun produksi sangat jelas terlihat pengaruhnya pada sumur sebelah barat. Perubahan nilai isotop ^{18}O menjadi lebih *depleted* mengisyaratkan kemungkinan adanya interfensi akifer disekelilingnya kedalam daerah produksi. Pengaruh interfensi akifer ini sangat membahayakan keadaan reservoir dan berdampak pada aspek *engineering* seperti terjadi *silica scaling* atau mempertinggi sifat keasaman cairan yang membawa dampak terjadi korosi pipa. Gambar-3 dengan jelas memperlihatkan pola penyebaran nilai ^{18}O pada seluruh lapangan panasbumi Kamojang. Pengaruh interfensi akifer dari sebelah barat terlihat mengalir kearah selatan

pada sumur produksi KMJ-26, 27, 30, 22 dan 28. Sedangkan pada darah produksi lainnya tetap menunjukkan nilai ^{18}O yang relatif stabil dan tidak terpengaruh oleh proses evaporasi kondensasi.

KESIMPULAN

1. Nilai isotop ^{18}O berbagai fluida pada lapangan panasbumi dapat memberikan informasi tentang pola aliran fluida, asal-usul dan indikasi adanya perubahan reservoir karena eksploitasi.
2. Pengaruh interfensi akifer yang berada disekeliling reservoir lapangan panasbumi yang dominan uap seperti lapangan Kamojang dapat terjadi dan masuk kedalam daerah reservoir produksi.

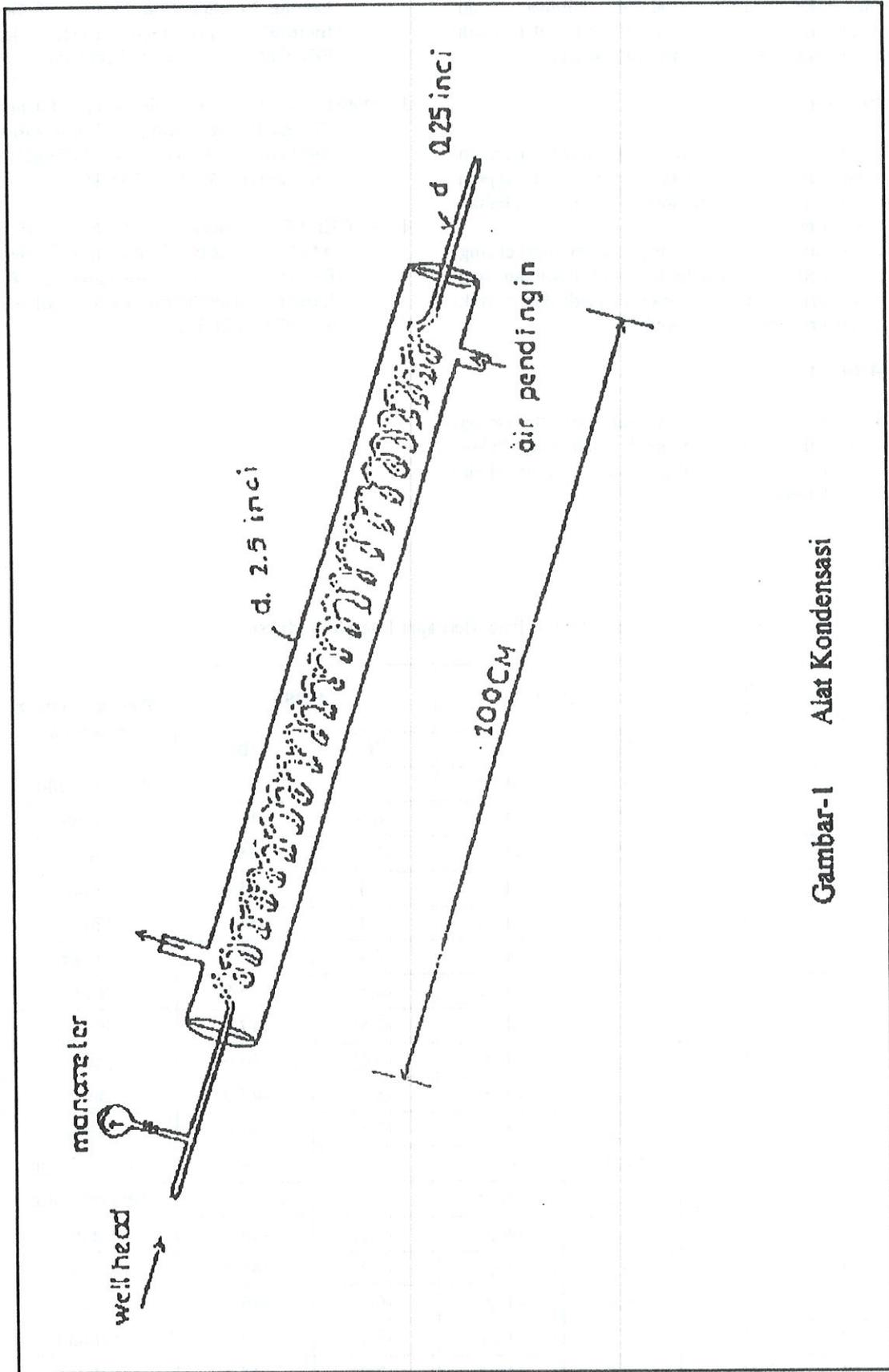
DAFTAR PUSTAKA

1. ZAINAL ABIDIN, dkk, "Inventarisasi data isotop dan analisis kimia air darah Panasbumi Pulau Jawa dan Lapangan Kamojang" laporan akhir Bafi-Batan, 1989.

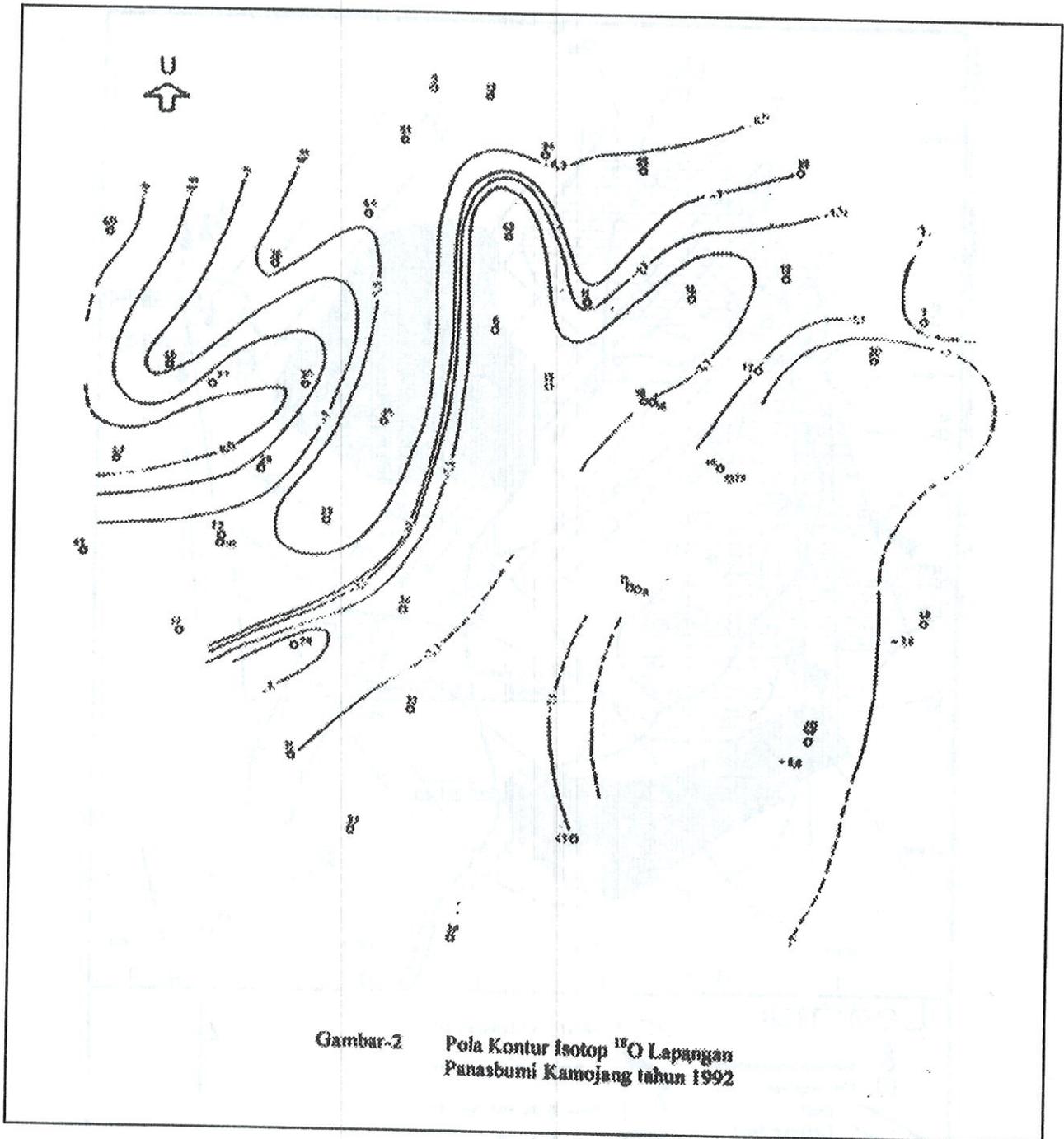
2. FREIDMAN, I., O'NEIL, JR., "Compilation of Stable Isotope Fractionation Factors of Geochemical Interest", Data of Geochemistry (Fleischer, M. Ed), Geological Survey Prof. Paper, 1977.
3. D'AMORE, F., et.al., "Secondary Changes in the Chemical and Isotopic Composition of the geothermal fluids in Larderello Field", Geothermics 5, 1977, 153-163.
4. R. CELATI, P. NOTO, C. PANCHI, P. SQUASCI AND L. TAFFI, "Interaction Between Steam Reservoir and Surrounding Aquifer in Larderello Geothermal Field, Geothermics, 2, 3-4, (1973), 174-185.

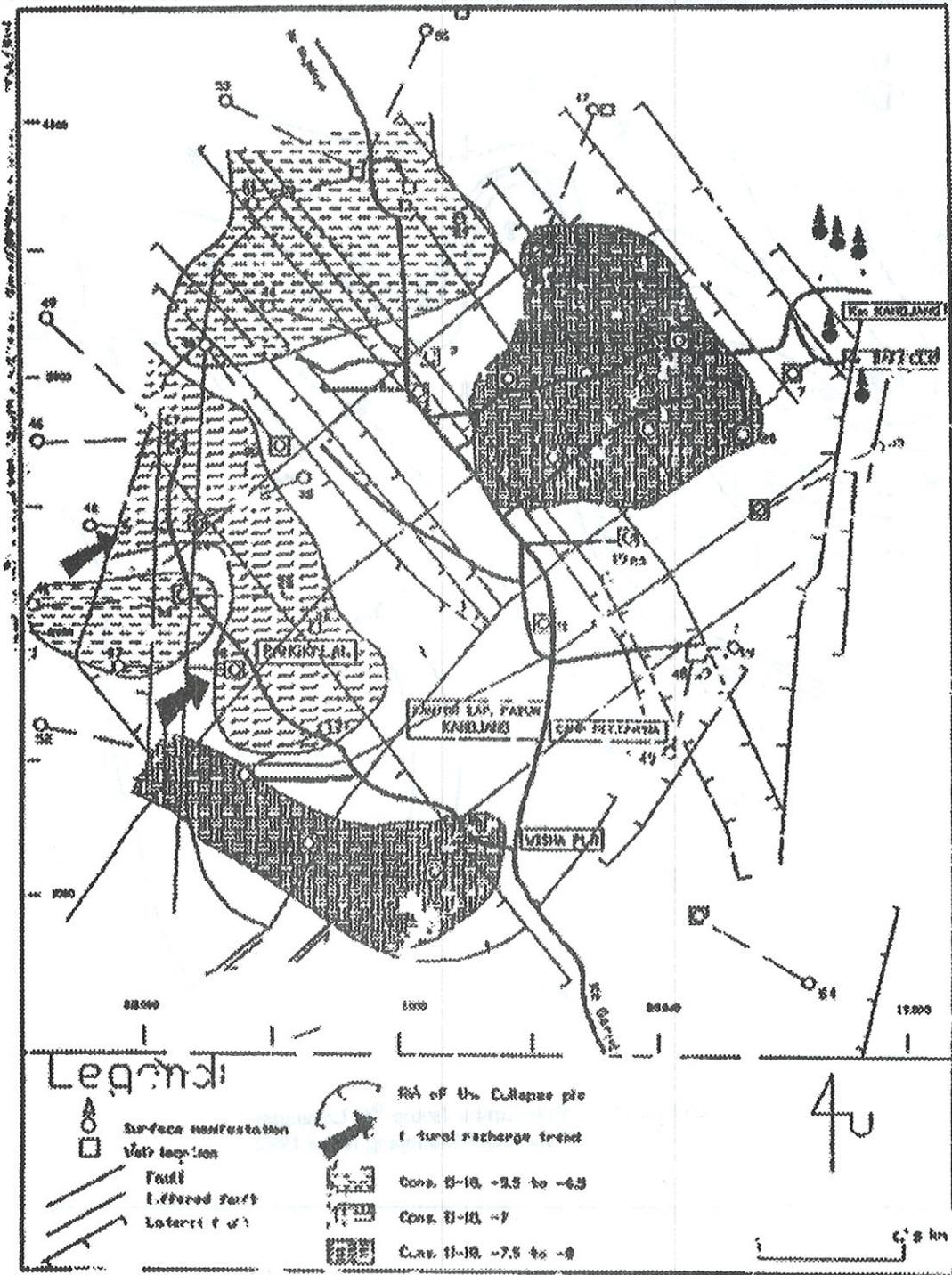
Tabel-1. Data ^{18}O dan D Fluida Sumur Pada Berbagai Daerah Produksi

No	Sumur Produksi	1992		1998		Daerah Sumur Produksi
		^{18}O	D	^{18}O	D	
1	7	-8,4	-45,2	-	-	Margin Timur
2	11	-7,0	-46,0	-6,9	-46,3	Timur
3	14	-7,2	-45,5	-7,3	-45,4	Timur
4	17	-7,1	-46,0	-7,1	-45,6	Timur
5	18	-7,1	-45,0	-7,1	-45,6	Timur
6	25	-6,9	-44,5	-6,8	-45,0	Timur
7	22	-7,0	-46,1	-8,5	-45,9	Barat
8	27	-7,7	-46,5	-7,8	-47,0	Barat
9	28	-7,7	-45,0	-9,2	-46,0	Barat
10	30	-7,8	-46,0	-8,0	-47,0	Barat
11	26	-7,2	-45,7	-7,8	-46,0	Barat
12	42	-8,2	-45,5	-	-	Margin Barat
13	40	-8,2	-46,0	-	-	Margin Barat
14	36	-6,3	-46,0	-6,2	-46,9	Utara
15	44	-6,4	-45,8	-6,3	-45,7	Utara
16	51	-6,1	-45,8	-6,0	-46,0	Utara
17	38	-7,2	-46,1	-7,1	-46,8	Selatan
18	45	-7,0	-46,2	-7,0	-45,0	Selatan



Gambar-1 Alat Kondensasi





Gambar-3 Pola Kontur Isotop ^{18}O Lapangan Panasbumi Kamojang tahun 1998

DISKUSI

P. SOEMBOGO

Bagaimana cara membedakan uap air dari tanah dalam dan lapisan diantaranya dengan menggunakan kandungan ^{18}O ?

ZAINAL ABIDIN

Melihat nilai δ nya, apabila nilai Δ nya depleted dikatakan air tanah masuk dari daerah yang lebih tinggi, bila Enrich \rightarrow berasal dari daerah yang lebih rendah.

WIBAGIYO

Saya rancu dengan istilah reservoir dan aquifer, satu reservoir terdiri dari beberapa aquifer dan Cap Rock, mohon jelaskan ?

ZAINAL ABIDIN

Reservoir dalam sistem panas bumi adalah daerah uap flow mempunyai kandungan fluida dengan suhu antara 240-360°C dapat berupa sistem dominan cairan dan dominan uap, sedangkan aquifer adalah bodi air tanah dapat berupa terkekang atau terbuka mempunyai suhu rendah (ambient). Cap Rock dalam sistem panas bumi berfungsi sebagai penutup (batuan) yang impermeable.

INDROJONO

1. Apakah bedanya reservoir dan aquifer didalam sistem panas bumi ?
2. Kalau sistem panas bumi sudah mati (tidak berproduksi lagi) apakah reservoir tersebut dapat dikatakan sebagai aquifer ?

ZAINAL ABIDIN

1. Idem dengan pertanyaan Wibagiyo.
2. Geothermal dikatakan mati apabila suhu menurun atau tidak ada uap lagi, terminologi panas bumi tidak dikatakan aquifer.

TOMMY H.

Dari hasil pengamatan yang anda lakukan, diperoleh adanya interaksi antara lapisan air tanah (aquifer) dengan uap reservoir pada margin sebelah barat lapangan panas bumi Kamojang.

1. Manfaat apa yang diperoleh dari interaksi tersebut ?
2. Bagaimana respon dari pihak Pertamina terhadap hasil pengamatan anda ?

ZAINAL ABIDIN

1. Untuk melihat pengaruh air tanah karena dapat mengakibatkan penurunan produksi.
2. Untuk ditindak lanjuti pemantauan gerakannya.

SIGIT BUDI SANTOSO

1. Apa manfaat mengetahui bedanya interaksi uap reservoir dan aquifer disekelilingnya ?
2. Apa tindak lanjut dari ditentukannya interaksi margin sebelah barat lapangan panas bumi Kamojang ?

ZAINAL ABIDIN

1. Sama seperti Tommy.
2. Mirip Tommy.

EVARISTA RISTIN

1. Pada Tabel antara margin timur dan barat mempunyai nilai ^{18}O antara -7 dan -8. Pada toleransi berapa dapat dikatakan bahwa nilai tersebut berbeda asalnya ?
2. Apakah dianalisis juga ^{18}O nya dari sumber-sumber deep fluid (magma) untuk memastikan bahwa fluida berasal dari deep fluid ?

ZAINAL ABIDIN

1. Analytical error ^{18}O adalah $\pm 0,1 - 0,2$ permill kandungan isotop pada margin barat dan timur (Kamojang 7, 40, dan 42) mempunyai nilai -8,2 sampai dengan 8,4 permill, sedang daerah barat/timur aquifer -7 permill.
2. Fluid magma tidak di analisis tetapi bila kita analisis fluida geothermal kita plot dalam sistem grafik ^{18}O Vs D akan diketahui tentang asal usul air fluida tersebut.

WANDOWO

1. Apakah dilapangan sebelah timur tidak dijumpai adanya aquifer yang menginteraksi uap sehingga uap dari lapangan sebelah timur masih tetap enrich ?
2. Apakah struktur geohidrologi di bagian barat berbeda dengan yang ada di bagian timur ?

ZAINAL ABIDIN

1. Ada pada sumur No. 7 yang merupakan sumur dangkal.
2. Relatif agak berbeda, diperkirakan di timur merupakan daerah up flow, sedangkan di barat merupakan daerah recharge fluida.

HARDJA

1. Bagaimana menentukan besarnya suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada setiap lapisan tanah tersebut ?
2. Kapan kira-kira cadangan uap habis untuk potensi tenaga listrik di drajat tersebut ?

ZAINAL ABIDIN

1. Alat termistor.
2. Mirip pertanyaan Indrojono.

