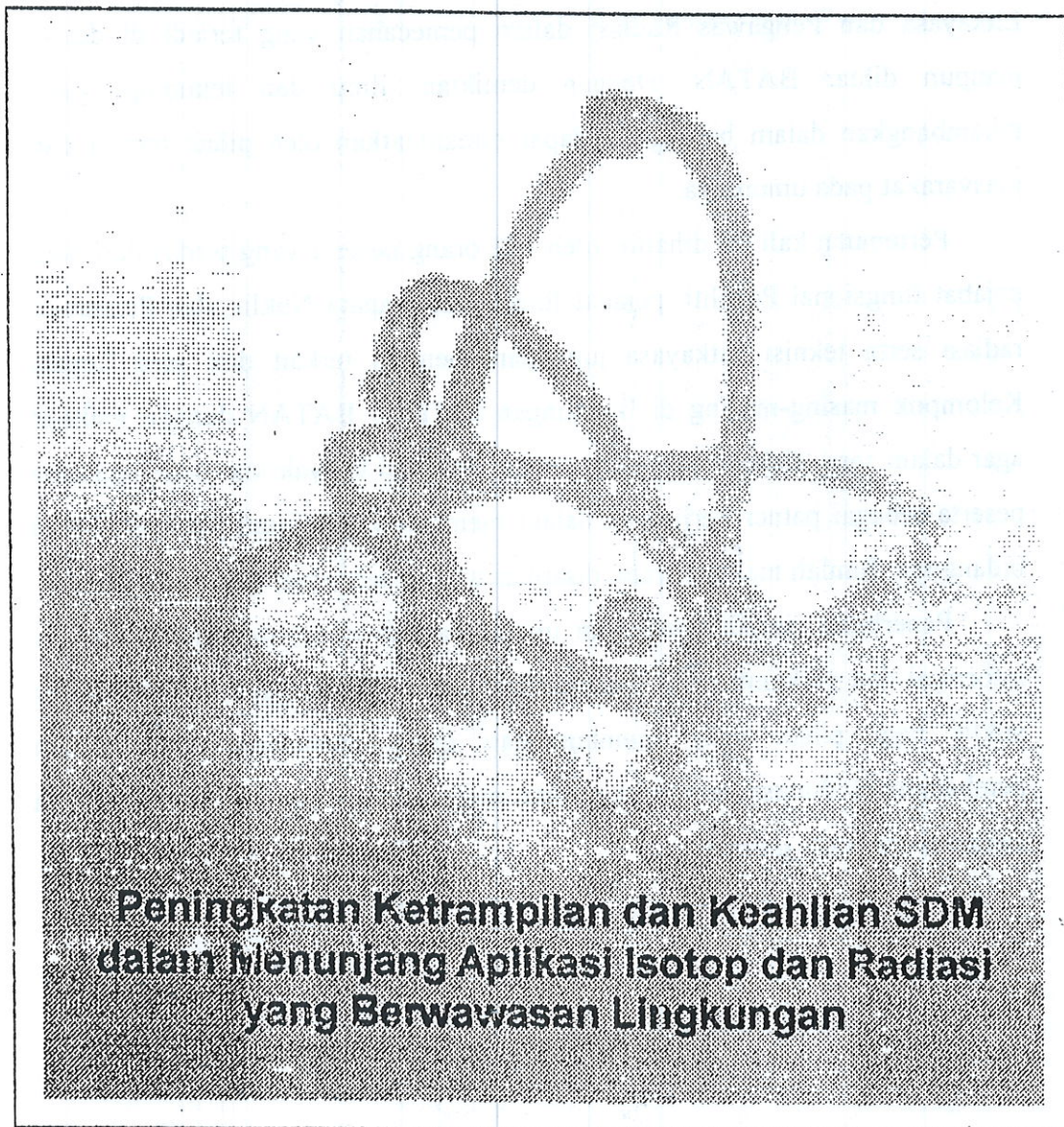


**PERTEMUAN ILMIAH JABATAN  
FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR,  
PENGAWAS RADIASI DAN  
TEKNISI LITKAYASA XIV**

Jakarta, 9 Maret 2005



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

Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKL Jakarta 12070  
Telp. 021-7690709 Fax. 021-7691607; 7503270

## KATA PENGANTAR

Sebagaimana Pertemuan Ilmiah ke XIV yang diselenggarakan selama 1 hari pada tanggal 9 Maret 2005 oleh Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) pada tahun ini bertujuan untuk tukar menukar informasi dan pengalaman sesuai dengan disiplin keilmuan masing-masing. Selain itu, pertemuan kali ini dimaksudkan juga untuk meningkatkan kemampuan para pejabat fungsional Pranata Nuklir, Litkayasa dan Pengawas Radiasi dalam pemecahan yang terjadi di dalam maupun diluar BATAN. Dengan demikian, ilmu dan teknologi yang dikembangkan dalam bidang ini dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait dan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan kali ini dihadiri oleh 158 orang peserta yang terdiri dari para pejabat fungsional Peneliti, pejabat fungsional Pranata Nuklir, dan Pengawas radiasi serta teknisi Litkayasa juga para peneliti terkait dan para Kepala Kelompok masing-masing di lingkungan P3TIR – BATAN dengan maksud agar dalam sesi diskusi lebih terarah dan memberi banyak masukan bagi para peserta sebagai patner kerjasama dalam membantu penelitian para peneliti di bidangnya. Jumlah makalah yang disajikan adalah sebanyak 44 buah makalah.

Penerbitan risalah pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan perkembangan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan dimasa mendatang serta mendapatkan sumber daya manusia yang handal di era globalisasi.

Penyunting

Penyunting : Komisi Pembina Tenaga Fungsional Non Peneliti

1. Drs. Simon Petrus Guru Singa (Ketua)
2. Dr. Ir. Soeranto Human (Anggota)
3. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci (Anggota)
4. Drs. Totti Tjiptosumirat, M.Rur.Sc. (Anggota)
5. Drs. Endrawanto, M.App.Sc (Anggota)
6. Drs. Erizal (Anggota)
7. Drs. Harwikarya, MT. (Anggota)
8. Dra. Fransisca A.E. Tethool (Anggota)
9. Drs. Syamsul Abbas Ras, M.Eng (Anggota)

---

PERTEMUAN JABATAN FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR, TEKNISI LITKAYASA DAN PENGAWAS RADIASI XIV 2005 JAKARTA. Risalah pertemuan ilmiah jabatan Fungsional P. Nuklir , P. Radiasi dan T. Litkayasa XIV, Jakarta 9 Maret 2005/Penyunting Simon PGS ..... (dkk) – Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Puslitbang teknologi Isotop dan Radiasi, 2005.  
1 Jil. 30 cm.

No. ISBN 979-3558-05-9

---

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan radiasi  
Jln. Cinere Pasar Jumat  
Kotak Pos 7002 JKSKL  
Jakarta 12070  
Telp. 021-7690709  
Fax. 021-7691607  
Email : p3tir@batan.go.id



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
Laporan Ketua Panitia Pelaksana .....	vii
Sambutan Deputi Bidang Penelitian Dasar dan Terapan .....	ix
Tantangan Pembinaan Pejabat Fungsional Pranuk : Peningkatan ketrampilan dan keahlian SDM	
<b>Dr. Asmedi Suropto</b> .....	1
Peningkatan keterampilan dan keahlian SDM dalam menunjang aplikasi isotop dan radiasi yang berwawasan lingkungan	
<b>Drs. Soekarno Suyudi</b> .....	10
Uji adaptasi beberapa galur mutan kacang tanah terhadap pupuk npk dan bio-lestari dosis anjuran	
<b>Parno dan Kumala Dewi</b> .....	13
Meningkatkan produktivitas lahan sawah menggunakan nitrogen berasal dari pupuk kimia dan pupuk hijau	
<b>Nana Sumarna</b> .....	25
Analisis kandungan tanin dalam hijauan pakan ternak dengan metode total fenol	
<b>Ibrahim Gobel</b> .....	34
Penggunaan $^{32}\text{P}$ untuk menentukan pengaruh P dari dua sumber berbeda terhadap pertumbuhan tanaman jagung	
<b>Halimah</b> .....	40
Pengaruh infeksi <i>fasciola gigantica</i> terhadap gambaran darah sapi: PO (peranakan ongole)	
<b>Yusneti dan Dinardi</b> .....	52
Adaptasi dan toleransi beberapa genotipe kedelai mutan di lahan optimal dan lahan sub optimal	
<b>Harry Is Mulyana</b> .....	59
Pembuatan kurva standar isolat khamir R1 dan R2	
<b>Dinardi dan Yusneti</b> .....	68
Pengujian daya hasil dan ketahanan terhadap hama dan penyakit galur mutan padi sawah obs 1677/Psj dan obs-1678/Psj	
<b>Sutisna</b> .....	74
Kurva pertumbuhan isolat khamir R1 dan R2 sebagai bahan probiotik ternak ruminansia.	
<b>Nuniek Lelaningtyas</b> .....	84
Perbedaan persentase n-berasal dari urea bertanda $^{15}\text{N}(\%^{15}\text{N-U})$ pada kedelai berbintil wilis dan kedelai tidak berbintil CV	
<b>Amrin Djawanas dan Ellya Refina</b> .....	88

Pengaruh hormon testosteron alami terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila gift ( <i>Oreochromis niloticus</i> ). <b>Sri Utami</b> .....	100
Penggunaan pangkasan <i>Flemingia congesta</i> sebagai pupuk hijau bagi padi lahan kering <b>Ellya Refina dan Amrin Djawanas</b> .....	108
Perbedaan pertumbuhan berbagai bagian tanaman dan tanaman antara kedelai berbintil varietas Wilis dengan kedelai tidak berbintil varietas CV <b>Karaliyani</b> .....	117
Pengaruh iradiasi gamma <sup>60</sup> Co terhadap pertumbuhan eksplan batang pada kultur <i>in-vitro</i> tanaman krisan ( <i>chrysanthemum morifolium</i> ) <b>Yulidar</b> .....	126
Penggantian tali pengendali sumber kobalt-60 iradiator panorama serbaguna (IRPASENSA) <b>Armanu, Rosmina DLT., R. Edy Mulyana, Bonang Sigit T., dan M. Natsir</b> .....	133
Pembuatan petunjuk pengoperasian prototip renograf add-on card menggunakan perangkat lunak RENO2002 <b>Joko Sumanto</b> .....	142
Penentuan faktor keluaran berkas foton pesawat pemercepat linier medik elekta <b>Nurman R</b> .....	155
Teknik isotop dan hidrokimia untuk menentukan intrusi dan pola dinamika aliran air tanah di Kabupaten Pasuruan <b>Djiono Wandowo, dan Alip</b> .....	164
Rancangan prototip brakiterapi dosis rendah semi otomatis dengan isotop Ir- 192 <b>Tri Harjanto Djoko Trianto, Sunoro, Tri Mulyono Atmojo, dan Syamsurizal R,</b> .....	176
Respon dosimeter larutan fricke dengan pelarut tridest, limbah air kondensasi, air bebas mineral dan millipure water serta penerapannya dalam layanan iradiasi gamma <b>Tjahyono, Rosmina DLT, Darmono, Prayitno Suroso , Armanu dan M. Natsir</b> .....	186
Perbandingan penentuan dosis serap berkas elektron energi nominal 9 MeV menggunakan protokol TRS No.277 dan TRS No. 398 <b>Sri Inang Sumaryati</b> .....	194
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang <b>Maradu sibarani dan Tony Siahaan</b> .....	202
Studi <i>casting nose picce abgasitutzen</i> menggunakan X-Ray <b>Djoli Sumbogo dan R. Hardjawidjaja</b> .....	215

Renovasi motor listrik pada instalasi <i>fume hood</i> <b>Wagiyanto</b> .....	221
Studi filtrasi air melalui " <i>cut off wall</i> " menggunakan isotop I-131 pada bendungan Jatiluhur Pemurnian karbofuran dan karbaryl secara kristalisasi <b>Darman dan Hariyono</b> .....	228
Identifikasi lokasi bocoran bendungan sengguruh dengan teknik perunut radioisotop AU-198 <b>Alip, Djiono, dan Neneng Laksminingpuri R</b> .....	237
Aplikasi gas larut dan tidak larut dalam panasbumi <b>N. Laksminingpuri Ritonga, Djiono dan Alip</b> .....	246
Studi kadar air jenuh dan higroskopis berbagai tipe tekstur tanah menggunakan neutron <b>Simon Petrus Guru Singa</b> .....	253
Analisis kemurnian radiokimia pada kit radiofarmaka mibi dan sediaan <sup>153</sup> Sm-EDTMP <b>Yayan Tahyan, Enny Lestari, Dadang Hafidz, dan Sri Setiyowati</b> .....	266
Pemurnian karbofuran dan karbaril dengan metoda kristalisasi <b>Elida Djali</b> .....	274
Penentuan partikel debu udara di PPTN Pasar Jumat <b>Suripto dan Zulhema</b> .....	282
Dosis minimum sinar gamma yang dapat diukur dosimeter poli(tetrafluoro etilen (TEFLON) dengan alat elektron spin resonan (ESR). <b>A. Sudradjat dan Dewi S.P</b> .....	291
Perbandingan metode pengabuan dan destruksi basah pada penentuan Pb, Cd, Cr, Zn dan Ni dalam tanaman air ( <i>Pistia stratiotes L</i> ) <b>Desmawita Gani</b> .....	300
Pengaruh penambahan antioksidan untuk pembentukan ikatan silang pada polietilen densitas rendah dengan teknik berkas elektron <b>Dewi Sekar Pangerteni</b> .....	307
Pengawasan NORM pada pelaksanaan program pemeliharaan Bejana Conoco Phillip Inc.Ltd di DPPA, Lapangan Belida , Laut Natuna <b>Aang Suparman</b> .....	316
Pengaruh dosis iradiasi terhadap berat molekul, kelarutan dan kekuatan tarik khitosan dari kulit udang <b>Dian Iramani</b> .....	324
Pengukuran pajanan radiasi gamma dan radioaktivitas lingkungan di pabrik pembuatan papan gypsum <b>Wahyudi</b> .....	332
Penentuan jumlah mikroba dan morfologi sel bakteri hasil isolasi dari tulang alograf <b>Nani Suryani dan Febrida Anas</b> .....	342

<b>Pemantauan tingkat radioaktivitas air di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode Januari – Desember 2003</b> <b>Prihatiningsih dan Aang Suparman</b> .....	<b>347</b>
<b>Penentuan dosis sterilisasi pada amnion chorion</b> <b>Febrida Anas dan Nani Suryani</b> .....	<b>355</b>
<b>Eliminasi mikroba serbuk chlorella dengan radiasi sinar gamma</b> <b>Lely Hardiningsih</b> .....	<b>364</b>
<b>Pemantauan tingkat radioaktivitas tanah dan rumput di lingkungan Pusat Penelitian Tenaga Nuklir Pasar Jumat periode tahun 2004</b> <b>Achdiyat dan Aang Suparman</b> .....	<b>371</b>
<b>Daftar Peserta</b> .....	<b>379</b>



## APLIKASI GAS LARUT DAN TIDAK LARUT DALAM PANASBUMI

N. Laksminingpuri Ritonga, Djiono dan Alip  
Puslitbang Teknologi Isotop dan radiasi – Batan

### ABSTRAK

**APLIKASI GAS LARUT DAN TIDAK LARUT DALAM PANASBUMI.** Telah dilakukan penelitian aplikasi gas larut dan tidak larut dalam bidang panasbumi. Gas dalam panasbumi ada yang dapat larut (*condensable gas*) dan tidak dapat larut (*non condensable gas*) dalam NaOH. Gas-gas yang dapat larut seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S dianalisis dengan metode titrasi, sedangkan gas-gas yang tidak dapat larut seperti He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> dianalisis dengan metode kromatografi gas. Hasil analisis gas menunjukkan bahwa gas yang dominan pada lapangan panasbumi Kamojang dan Lahendong adalah gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S. Selanjutnya hasil analisis gas tersebut dapat diaplikasikan dalam penentuan suhu reservoir panasbumi (geothermometer gas) dengan menggunakan diagram grid. Hasil perhitungan estimasi temperatur pada reservoir lapangan panasbumi Kamojang berkisar antara 177 – 253,4 °C, sedangkan lapangan Lahendong mendekati 350 °C. Estimasi temperatur pada reservoir lapangan panasbumi Kamojang dan Lahendong mendekati temperatur pada sistem dominasi uap dan cair.

### ABSTRACT

**APPLICATION OF CONDENSABLE AND NON CONDENSABLE GAS IN GEOTHERMAL.** Research of Application of condensable and non condensable gas in geothermal has been carried out. Geothermal gases consist of condensable and non condensable in NaOH. Condensable gases such as CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S analyzed using titration method while non condensable gases He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar and CH<sub>4</sub> analyzed using gas chromatography method. The result shows that the dominant gases in Kamojang and Lahendong geothermal fields are CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S. The result of gas analysis can finally be applied in determining of temperature of geothermal reservoir (gas geothermometer) using grid diagram. The result of temperature estimation at Kamojang geothermal field is 177 – 253.4 °C while Lahendong field is close to 350 °C. Estimation of temperature of geothermal reservoir at Kamojang and Lahendong geothermal fields is close to vapour and liquid dominated system.

## PENDAHULUAN

Ada berbagai sumber energi yang dapat digunakan manusia dalam kehidupannya seperti energi yang berasal dari fosil, tanaman (bio diesel), air, batubara dan sebagainya. Salah satu sumber energi yang tersedia adalah energi yang berasal dari panasbumi. Penelitian eksplorasi untuk mengetahui potensi sumber panasbumi merupakan tahapan yang sangat menentukan dalam rangka tindak lanjut eksplorasi. Untuk mengetahui sistem panasbumi dan kelaikan tindak lanjut eksplorasi dilakukan dengan berbagai disiplin ilmu, salah satunya adalah dengan penelitian geokimia.

Dewasa ini, berbagai metode geokimia untuk memperkirakan suhu dengan mempertimbangkan reaksi kimia antara mineral, gas dan isotop telah digunakan di berbagai negara pengelola energi panasbumi seperti Amerika Serikat, Amerika Latin, Filipina dan Selandia Baru. Ketiga metode tersebut secara komprehensif digunakan dalam penentuan suhu reservoir (1,2).

Geokimia gas merupakan fenomena menarik dari komponen gas fluida panasbumi. Gas dalam fluida panasbumi tersebut berada dalam kesetimbangan kimia dan kesetimbangan gas

dengan larutan, batuan dan gas yang dikontrol oleh parameter fisik seperti temperatur, fraksi uap, tekanan parsial CO<sub>2</sub> dan kondisi redoks (3). Dalam reservoir panasbumi, fluida yang naik ke permukaan mengalami proses pendidihan seiring dengan berkurangnya tekanan, sehingga gas akan terdistribusi dalam fasa uap dan fasa cair (4). Fluida yang disampling pada permukaan (total discharge) diasumsikan merepresentasikan fluida dalam reservoir (5,6).

Berdasarkan sifatnya gas-gas panasbumi dibagi dalam dua katagori yaitu gas yang dapat larut (*condensable gas*) dan yang tidak dapat larut (*non condensable gas*). Gas yang dapat larut seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dianalisis dengan cara titrasi sedangkan gas yang tidak dapat larut seperti He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas. Selanjutnya data-data yang diperoleh dapat diaplikasikan dalam penelitian panasbumi seperti penentuan suhu reservoir panasbumi (geothermometer gas), perkiraan sistem dan potensi lapangan panasbumi.

Penentuan temperatur reservoir panasbumi pada contoh yang berasal dari dua lapangan yang memiliki karakteristik berbeda dilakukan dengan menggunakan diagram grid. Diagram grid semula dikembangkan oleh D'Amore dan Celati (1983) kemudian lebih diperluas oleh D'Amore dan Truessdell (1985). Penggunaan diagram grid telah dibuktikan dapat menjadi alat yang valid dalam menganalisis proses yang terjadi pada reservoir panasbumi yang mempunyai fluida dalam bentuk dua fasa. Diagram ini mengasumsikan bahwa komponen gas keluaran sumur total merepresentasikan fluida akuifer dalam reservoir.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh panasbumi berasal dari lapangan panasbumi Kamojang yang didominasi oleh uap (*vapour dominated*) dan lapangan panasbumi Lahendong yang didominasi oleh cairan (*liquid dominated*). Alat dan zat kimia yang digunakan adalah alat titrasi, larutan NaOH, HCl, buffer 4 dan 9, Iod, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, gas campuran, thermometer, timbangan dan alat kromatografi gas Perkin Elmer AutoSystemGC-Arnel.

### **Metode**

#### **Pengambilan Sampel Gas**

Pengambilan sampel gas dilakukan dengan botol sampel yang sudah berisi larutan NaOH dalam keadaan vakum, gas dari kepala sumur dialirkan secara hati-hati ke dalam botol sampai terhentinya gelembung atau jika botol sudah terisi 75% dari volumenya.

#### **Analisis Gas**

Gas yang diambil dari lapangan selanjutnya di timbang di laboratorium, kemudian dilakukan analisis. Untuk gas-gas yang tidak dapat larut (NCG) seperti helium, hidrogen, nitrogen, oksigen, argon dan metana dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas Perkin Elmer AutoSystem GC-Arnel, sedangkan gas yang dapat larut seperti karbon dioksida dianalisis dengan titrasi asam basa dan gas hidrogen disulfida dianalisis dengan titrasi iodometri. Data hasil analisis *non condensable gas* selanjutnya dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

a. Jumlah mol total *non condensable gas* :

$$R = \frac{RGV \times (RGP - P_w) \times 273}{22,40 \times 1013,25 \times RGT}$$

Keterangan :

R = jumlah mol total *non condensable gas* (mmol)

RGV = volume *non condensable gas* (mL)

RGP = tekanan total *non condensable gas* (mbar)

P<sub>w</sub> = tekanan uap sesuai suhu ruangan (mbar)

RGT = suhu ruangan analisis *non condensable gas* (K)

22,40 = volume gas (mL) pada keadaan STP (tekanan 1 atm dan suhu 0°C)

1013,25 = konversi satuan tekanan dari atmosfer (atm) menjadi milibar (mbar)

mmol gas i = R x % area

b. Jumlah mol condensable gas :

1. Gas hidrogen disulfida :

$$\text{mmol H}_2\text{S} = \frac{(B - C) \times N_{\text{tio}} \times TV}{2A}$$

Keterangan :

B = volume natrium tiosulfat untuk blanko

C = volume natrium tiosulfat untuk sampel

A = volume sample yang dipipet

2. Gas karbon dioksida

$$\text{mmol CO}_2 = \frac{(F - G) \times N_{\text{HCl}} \times TV}{E}$$

Keterangan :

F = volume HCl untuk sampel

G = volume HCl untuk blanko

E = volume sampel yang dipipet

N = konsentrasi HCl

### Penentuan Temperatur Reservoir panasbumi

Di dalam diagram grid nilai mmol gas H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan mol air dimasukkan kedalam persamaan FT dan HSH sebagai berikut :

$$FT = 4 \log \left( \frac{H_2}{H_2O} \right) - \log \left( \frac{CH_4}{CO_2} \right)$$

$$HSH = 3 \log \left( \frac{H_2S}{H_2O} \right) - \log \left( \frac{H_2}{H_2O} \right)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Gas dalam Fluida Panasbumi Kamojang dan Lahendong

Komposisi gas dari uap keluaran sumur (well discharge) telah digunakan secara ekstensif untuk mengevaluasi karakteristik reservoir panasbumi, yaitu untuk mengestimasi temperatur dan untuk mengestimasi fraksi uap awal dalam fluida reservoir.

Gas tidak terlarut (NCG) dalam NaOH seperti gas-gas He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> dianalisis dengan metode kromatografi gas. Hasilnya berupa kromatogram dalam % *peak area* (luas puncak-puncak spektrum). Dalam pengukuran dengan kromatografi gas dilakukan terlebih dahulu analisis terhadap gas standar campuran yang terdiri dari gas-gas He, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar dan CH<sub>4</sub> untuk melihat keterpisahan dari puncak-puncak kromatogram secara sempurna setelah terlebih dahulu dilakukan penentuan waktu retensi gas standar masing-masing, hasil pemisahan gas standar campuran tertera pada Lampiran 1. Perhitungan mol NCG dan mol uap air dilakukan secara komputerisasi dengan menggunakan program Microsoft excel, tercantum pada Lampiran 2. Hasil perhitungan fraksi mol *non condensable gas* untuk 10 buah sample lapangan panasbumi Kamojang dan 2 buah untuk lapangan Lahendong tercantum pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Fraksi Mol NCG Kamojang dan Lahendong

Kode sampel	H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	Ar/H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> O
KMJ 11	2,07 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	3,62 x 10 <sup>-6</sup>	1,11 x 10 <sup>-7</sup>	3,00 x 10 <sup>-7</sup>
KMJ 14	4,22 x 10 <sup>-5</sup>	2,27 x 10 <sup>-5</sup>	8,44 x 10 <sup>-5</sup>	1,60 x 10 <sup>-6</sup>	2,15 x 10 <sup>-7</sup>
KMJ 18	1,16 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	5,79 x 10 <sup>-7</sup>	5,65 x 10 <sup>-8</sup>	5,65 x 10 <sup>-8</sup>
KMJ 27	3,24 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	1,64 x 10 <sup>-6</sup>	1,33 x 10 <sup>-7</sup>	1,94 x 10 <sup>-7</sup>
KMJ 28	2,07 x 10 <sup>-5</sup>	1,84 x 10 <sup>-5</sup>	3,18 x 10 <sup>-6</sup>	1,11 x 10 <sup>-6</sup>	3,28 x 10 <sup>-8</sup>
KMJ 31	2,14 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	1,19 x 10 <sup>-7</sup>	2,97 x 10 <sup>-7</sup>	4,45 x 10 <sup>-8</sup>
KMJ 37	2,89 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	4,09 x 10 <sup>-6</sup>	2,72 x 10 <sup>-7</sup>	1,36 x 10 <sup>-7</sup>
KMJ 51	7,04 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	1,14 x 10 <sup>-4</sup>	0,0000	3,57 x 10 <sup>-6</sup>
KMJ 62	2,45 x 10 <sup>-6</sup>	0,0000	6,54 x 10 <sup>-6</sup>	0,0000	6,04 x 10 <sup>-8</sup>
KMJ 72	2,66 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	1,11 x 10 <sup>-5</sup>	2,43 x 10 <sup>-7</sup>	8,62 x 10 <sup>-7</sup>
NCGSA	7,01 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	1,09 x 10 <sup>-5</sup>	6,39 x 10 <sup>-7</sup>	7,36 x 10 <sup>-7</sup>
NCGSB	5,85 x 10 <sup>-5</sup>	0,0000	6,86 x 10 <sup>-6</sup>	5,55 x 10 <sup>-7</sup>	6,85 x 10 <sup>-7</sup>

Dari Tabel 1 di atas terlihat bahwa fraksi mol *non condensable gas* pada sampel yang berasal dari reservoir Kamojang yaitu gas H<sub>2</sub> berkisar antara 2,45x10<sup>-6</sup> – 4,22x10<sup>-5</sup>, gas N<sub>2</sub> antara 5,79x10<sup>-7</sup> – 1,14x10<sup>-4</sup>, gas Ar 5,65x10<sup>-8</sup> – 1,60x10<sup>-6</sup> dan gas CH<sub>4</sub> 3,28x10<sup>-8</sup> – 3,57x10<sup>-6</sup>. Secara umum pada sampel yang berasal dari Kamojang dan Lahendong tidak ditemui adanya gas oksigen, tetapi pada sampel KMJ-14 dan KMJ-28 ditemui adanya gas oksigen. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya kontaminasi oksigen dari atmosfer ketika dilakukan pengambilan sampel (*sampling*).

Data hasil pengukuran *condensable gas* seperti gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S tertera pada Lampiran 3 dan hasil perhitungan jumlah fraksi mol *condensable gas* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fraksi Mol Non condensable Gas Kamojang dan Lahendong

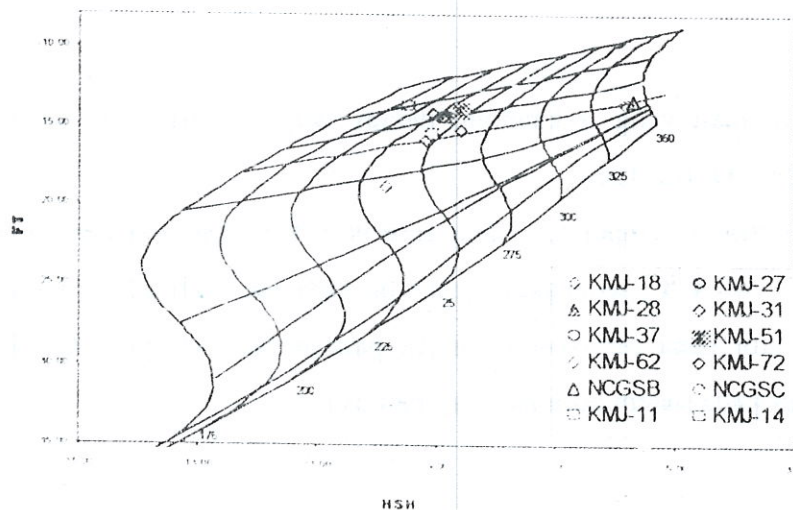
Kode Sampel	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S/H <sub>2</sub> O
KMJ-11	5,22 x 10 <sup>-4</sup>	2,56 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-14	1,14 x 10 <sup>-3</sup>	2,39 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-18	4,14 x 10 <sup>-4</sup>	1,98 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-27	7,57 x 10 <sup>-4</sup>	3,58 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-28	7,89 x 10 <sup>-4</sup>	3,12 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-31	1,09 x 10 <sup>-3</sup>	2,67 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-37	5,56 x 10 <sup>-4</sup>	3,26 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-51	1,42 x 10 <sup>-3</sup>	5,61 x 10 <sup>-5</sup>
KMJ-62	2,08 x 10 <sup>-4</sup>	7,24 x 10 <sup>-6</sup>
KMJ-72	7,66 x 10 <sup>-4</sup>	4,16 x 10 <sup>-5</sup>
NCGSB	1,35 x 10 <sup>-3</sup>	5,14 x 10 <sup>-4</sup>
NCGSC	1,57 x 10 <sup>-3</sup>	4,53 x 10 <sup>-4</sup>

Dari Tabel 2 dapat dilihat jumlah fraksi mol gas CO<sub>2</sub> pada reservoir panasbumi Kamojang berkisar antara 2,08x10<sup>-4</sup> – 1,42x10<sup>-3</sup> dan fraksi mol gas H<sub>2</sub>S antara 1,98x10<sup>-5</sup> – 5,61x10<sup>-5</sup>.

Perhitungan secara komputerisasi pada Lampiran 2 juga dilakukan untuk menghitung komposisi gas kering dalam sampel. Untuk sample gas panasbumi Kamojang, % berat CO<sub>2</sub> berkisar antara 77,3638-95,4473%, gas H<sub>2</sub>S antara 1,4946-4,3064%, gas H<sub>2</sub> antara 0,0511-0,2243%, gas N<sub>2</sub> antara 0,0065-4,6812%, gas Ar antara 0,0000-0,1233% dan gas CH<sub>4</sub> antara 0,0013-0,0841%. Dari hasil perhitungan komposisi gas kering ini, dapat dilihat bahwa gas yang paling dominan adalah gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S.

#### Penentuan Nilai Temperatur

Untuk mendapatkan nilai FT dan HSH fraksi mol gas H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O yang diperoleh dari analisis gas condensable dan noncondensable dimasukkan ke dalam formula FT dan HSH seperti di atas. Nilai-nilai FT dan HSH yang didapatkan diplotkan dalam diagram grid seperti yang tercantum pada gambar 1.



Gambar 1. Plot reservoir panasbumi Kamojang dan Lahendong

Pada gambar 1 ditunjukkan posisi untuk kedua belas sampel gas yang telah dianalisis. Menggunakan gambar tersebut dapat diestimasi temperatur dalam reservoir panasbumi dan nilai temperatur yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa temperatur reservoir panasbumi Kamojang berkisar antara 177 – 253,4 °C, sedangkan temperatur reservoir dari lapangan panasbumi Lahendong mendekati 350 °C. Temperatur yang dihitung pada analisis reservoir ini mendekati temperatur pada sistem dominasi uap dan dan cair. Pada sistem dominan uap, temperatur berkisar antara 230-240 °C, sedangkan pada sistem dominan cair, temperatur di atas 360 °C (7).

Tabel 3. Nilai temperatur 12 Contoh Reservoir Panasbumi

Kode Sampel	FT	HSB	T Hit (°C)
KMJ 11	-15,47	-9,10	238,5
KMJ 14	-13,75	-9,50	177,1
KMJ 18	-15,87	-9,18	240,4
KMJ 27	-14,37	-8,85	235,4
KMJ 28	-14,36	-8,84	235,4
KMJ 31	-14,29	-9,05	225,0
KMJ 37	-14,54	-8,92	231,3
KMJ 51	-14,01	-8,60	237,5
KMJ 62	-18,81	-9,84	235,7
KMJ 72	-15,32	-8,57	253,4
NCGSB	-13,35	-5,71	347,3
NCGSC	-13,57	-5,80	343,8

## KESIMPULAN

- Gas yang paling dominan yang terkandung dalam sampel panasbumi Kamojang dan Lahendong adalah gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S.
- Hasil perhitungan estimasi temperatur pada reservoir lapangan panasbumi Kamojang berkisar antara 177 – 253,4 °C, sedangkan reservoir lapangan Lahendong mendekati 350 °C. Estimasi temperatur pada reservoir lapangan panasbumi Kamojang dan Lahendong mendekati temperatur pada sistem dominasi uap dan cair.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. ABIDIN, Z., dkk., Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, Volume 2, No. IV, (1996).
2. ABIDIN, Z., dkk., Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi Volume 3, No. V, (1998).
3. D'AMORE, F., Gas Geochemistry as A Link Between Geothermal Exploration and Exploitation, Short Training Course on Geothermal Gas Geochemistry, Jakarta, (2000).
4. HENLY, R.W., TRUESDELL, A.H., and BORTON, P.B., Jr., Fluid-Mineral Equilibria in Hydrothermal System; Reviews in Economic Geology, Vol. 1, (1984).
5. GIGGENBACH, W.F., Redox Processes Governing The Chemistry of Fumarolic Gas Discharge from White Island, (1987).
6. D'AMORE, F., and TRUESDELL, A.H., Correlation Between Liquid Saturation and Physical Phenomena in Vapour dominated System, Geothermics.
7. Renewable Energy Resources, Report to The Conservation Commision of The World Energy Conference, IPC Science and Technology Press.

