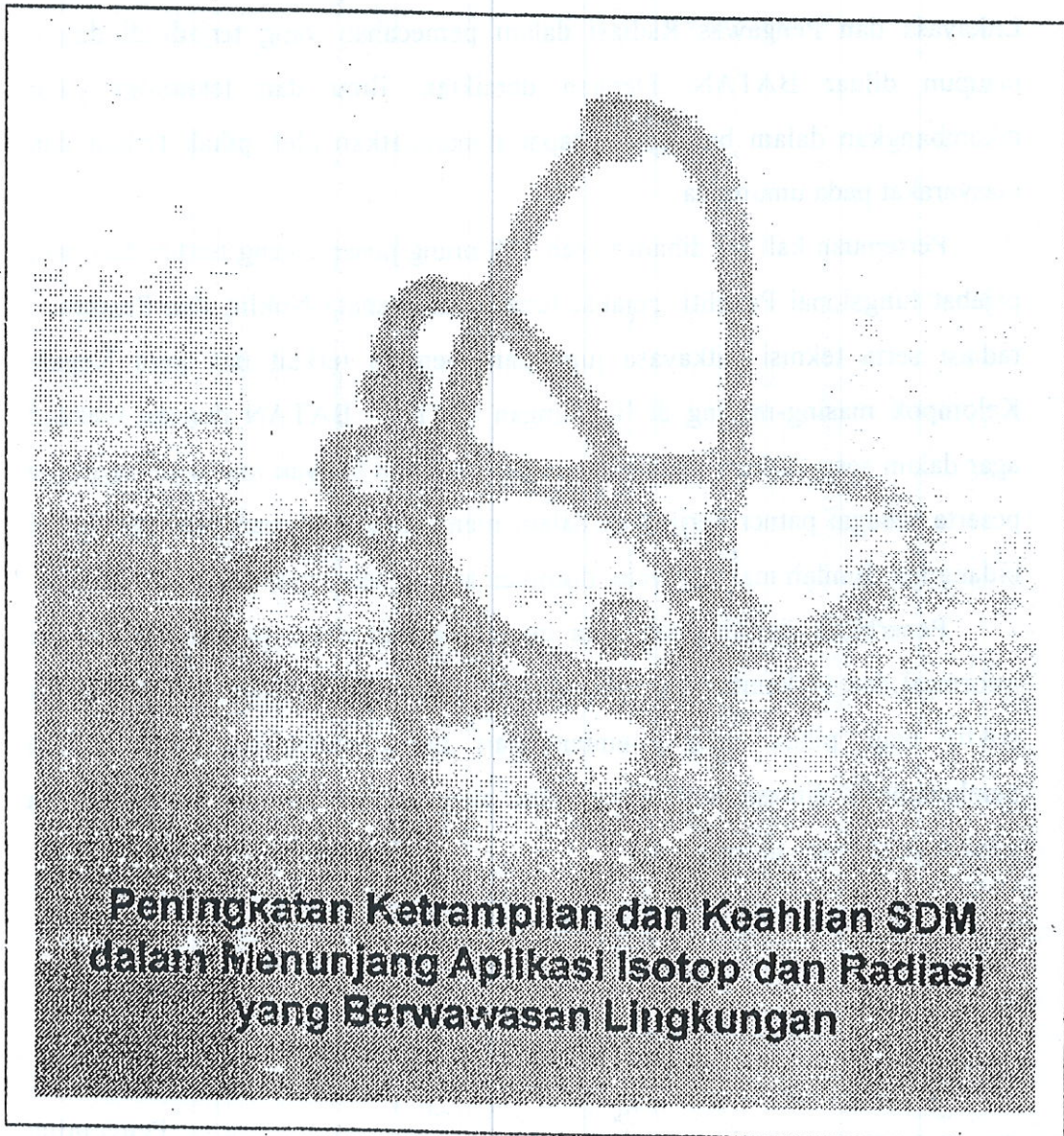


**PERTEMUAN ILMIAH JABATAN  
FUNGSIONAL PRANATA NUKLIR,  
PENGAWAS RADIASI DAN  
TEKNISI LITKAYASA XIV**

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 <sup>32</sup> 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 <sup>15</sup> N(% <sup>15</sup> 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 (IRPASENA) <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, Suntoro, 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> .....	347
<b>Penentuan dosis sterilisasi pada amnion chorion</b> <b>Febrida Anas dan Nani Suryani</b> .....	355
<b>Eliminasi mikroba serbuk chlorella dengan radiasi sinar gamma</b> <b>Lely Hardiningsih</b> .....	364
<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> .....	371
<b>Daftar Peserta</b> .....	379



## TEKNIK ISOTOP DAN HIDROKIMIA UNTUK MENENTUKAN INTRUSI DAN POLA DINAMIKA ALIRAN AIR TANAH DI KABUPATEN PASURUAN

Djiono, Wandowo, dan Alip.

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Batan

### ABSTRAK

**TEKNIK ISOTOP UNTUK MENENTUKAN INTRUSI DAN POLA DINAMIKA ALIRAN AIR TANAH DI KABUPATEN PASURUAN.** Telah dilakukan penelitian intrusi dan pola dinamika airtanah di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui distribusi intrusi air laut dan pola dinamika aliran airtanah yang terdapat di wilayah penelitian. Metode yang digunakan adalah dengan cara sampling air tanah secara acak pada sumur yang terdapat di wilayah penelitian. Sampel dianalisis kandungan hidrokimia dan kandungan isotop alamnya dengan mass spektrometer. Parameter yang diukur adalah deuterium, oksigen-18, karbon-14 dan hidrokimia. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat indikasi intrusi di Desa Bugul yang berjarak 300 m dari garis pantai. Di Desa Tambakrejo terdapat artesis dengan anomali air asin tetapi bukan merupakan intrusi air laut tetapi merupakan endapan sedimen laut. Pola dinamika pergerakan airtanah mengikuti distribusi umur airtanah mulai dari 7.900 tahun di sebelah selatan dan 17.050 tahun di sebelah utara arah garis pantai.

### ABSTRACT

**ISOTOPE TECHNIQUE FOR INVESTIGATION OF INTRUSION AND DYNAMICS FLOW PATTERN OF GROUNDWATER AT PASURUAN.** Investigation of sea water intrusion have been done in Pasuruan district, East Java. The aim is to know distribution of salty groundwater and dynamics flow pattern of groundwater in this area. The method used is taking samples of groundwater by random at wells in this area. Samples were to be analyzed to know hydrochemistry and stable isotope content by mass spectrometer. Parameters that be analyzed are deuterium, oxygen-18, carbon-14 and hydrochemistry. The results showed there is indication anomaly salty water intrusion in groundwater at Bugul village 300 m away from beach. At Tambakrejo any artesian saltwater anomaly but it is indicated from marine sediment and not seawater intrusion. Dynamics flow pattern of groundwater following the distribution of groundwater age and spread from 7900 at south and 17050 years at the north area close to beach line.

### PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Pasuruan merupakan daerah penyangga kota Surabaya. Untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan industri di Jawa Timur, diperlukan air tawar yang cukup banyak terutama air tanah pada akifer tertekan (*confined aquifer*). Menurut hasil penelitian geohidrologi, daerah ini terletak pada cekungan air tanah (CAT) Pasuruan yang meliputi wilayah-wilayah Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto di bagian timur. Pengambilan air tanah tertekan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun secara signifikan. Selama sepuluh tahun terakhir pengambilan airtanah tertekan mengalami peningkatan rata-rata sebesar 25 % pertahun. Kapasitas besar imbuhan air tanah tertekan pada daerah tangkapan air sebesar 43 juta m<sup>3</sup>/tahun. Kualitas air tanah bebas maupun tertekan yang berada di sekitar Kabupaten Pasuruan secara umum cukup baik, namun di beberapa wilayah terutama wilayah pantai dari barat membujur ke arah timur sampai kota Pasuruan umumnya



terasa payau bahkan asin.

Seiring dengan kebutuhan air tawar yang semakin meningkat untuk memenuhi aktivitas masyarakat dan pembangunan di kabupaten Pasuruan tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi tentang dinamika air tanah dan mengidentifikasi terjadi salinasi di beberapa wilayah di kabupaten Pasuruan. Dalam sistem hidrologi yang menyangkut air tanah, apabila terjadi gangguan terhadap keseimbangan aliran air tanah, misalnya terjadi perubahan masukan dan keluaran pada sistemnya maka keseimbangan hidrologi akan terganggu, disebabkan karena proses aliran pada sistem hidrologi tersebut merupakan suatu proses fluida dinamis yang mengikuti kaidah-kaidah sifat fluida di alam. Pengaruh dari ketidak seimbangan ini, dapat memungkinkan terjadinya perubahan pola dan dinamika aliran. Perubahan dinamika air tanah ini secara umum disebabkan oleh eksploitasi air tanah yang berlebihan.

Berkurangnya kuantitas sumberdaya air tanah diindikasikan dengan sumur-sumur dangkal yang kering. Penurunan kualitas dan kuantitas air tanah dan mekanisme penyebabnya adalah suatu hal yang sangat penting untuk diketahui dalam rangka mencegah proses degradasi air tanah tersebut menjadi semakin parah. Air tanah di dalam akuifer secara alamiah terproteksi dari kontaminan yang berasal dari sumber kontaminan oleh sistem filtrasi dari lapisan tanah, lempung, batuan dan sedimen yang merupakan komponen dari sistem akuifer. Apabila lapisan filtrasi ini mencapai suatu kondisi yang jenuh melebihi daya dukung maka kemampuan filtrasi akan berkurang sehingga tidak dapat lagi menahan infiltrasi kontaminan masuk ke dalam sistem air tanah.

Penurunan kualitas air tanah dapat juga disebabkan oleh intrusi air laut apabila daerah tersebut berdekatan dengan pantai atau infiltrasi air hujan yang membawa berbagai senyawa garam dari permukaan tanah. Fenomena ini secara umum melalui suatu proses yang berlangsung lambat, karena pada umumnya kecepatan gerak air tanah juga lambat. Apabila gangguan terhadap kesetimbangan air pada sistem hidrologi tersebut terjadi secara terus menerus dan makin intensif maka air tanah yang bersangkutan akan mengalami degradasi sehingga tidak memenuhi syarat peruntukan air minum. Untuk menjaga kualitas dan kuantitas air tanah agar selalu memenuhi syarat peruntukan air minum tersebut diperlukan konservasi air tanah, baik aspek kuantitas maupun kualitas. Penentuan kebijakan konservasi untuk menanggulangi atau meminimalisir terhadap penurunan kualitas air tanah diperlukan hasil penelitian yang dapat memberikan informasi secara ilmiah tentang pola dinamika aliran air tanah tersebut.

Mekanisme degradasi air tanah oleh peningkatan garam-garam yang terlarut biasanya dapat dipelajari dan diteliti dari aspek hidrokimia. Namun apabila '*solubility product*' dari garam-garam yang terlarut sudah tercapai maka akan sangat sulit untuk mengikuti evolusi kimia dari larutan. Dalam situasi seperti ini maka teknik isotop adalah suatu teknik alternatif yang sangat membantu untuk memecahkan kasus semacam ini. Air yang menjadi pelarut dan pembawa bahan pencemar sering mempunyai karakter berbeda dalam aspek kandungan isotop yang ada karena faktor-faktor fisis yang menyertai proses fraksinasi isotop pada sistem air tersebut, misalnya proses penguapan dan proses kondensasi.



## TEORI

Air yang ada di permukaan tanah (air laut, air danau) mengalami proses evaporasi menjadi uap air menuju atmosfer. Dalam suatu daur hidrologi, uap air yang berada di atmosfer mengalami kondensasi dan jatuh ke bumi sebagai air hujan. Air ini dalam perjalanan menuju elevasi rendah ada yang mengalir pada permukaan tanah dan ada yang meresap ke dalam tanah sebagai air tanah. Dalam proses kondensasi dan evaporasi ini akan berlangsung fraksinasi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  yang ada dalam susunan molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sehingga komposisi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  dalam uap menjadi lebih miskin (*depleted*) dibandingkan air asal. Sebaliknya pada proses kondensasi, kondensat menjadi lebih kaya (*enriched*) dan pada fasa uap menjadi *depleted*. Komposisi  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  dalam siklus fasa uap akan terus terkondensasi sehingga kondensat makin lama akan makin *depleted*. Air hujan yang masuk meresap ke dalam tanah (presipitasi) sampai menjadi air tanah, selama tidak mengalami penguapan komposisi  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  tidak berubah. Dalam daur hidrologi tingkat perubahan komposisi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  proses fraksinasi dipengaruhi oleh suhu udara selama proses tersebut berlangsung. Perbedaan suhu udara di alam terjadi akibat perbedaan parameter geografis seperti ketinggian topografi tanah (*altitude*) dan posisi garis lintang dan bujur (*latitude*). Fenomena lain yang dapat mempengaruhi perbedaan komposisi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  dalam presipitasi adalah intensitas presipitasi atau jumlah curah hujan pada selang waktu tertentu. Fenomena-fenomena alam yang mempengaruhi perbedaan komposisi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  tersebut dikenal dengan *altitude*, *latitude* dan *amount effect*.

Berdasarkan fenomena di atas maka komposisi isotop  $^2\text{H}$  dan  $^{18}\text{O}$  (isotop berat) dari presipitasi yang terjadi pada lokasi yang berbeda akan mempunyai komposisi isotop yang berbeda pula. Komposisi isotop air tanah dalam suatu akuifer akan serupa dengan komposisi isotop air hujan yang terinfiltrasi di lokasi resapan (*recharge area*).

Isotop karbon-14 yang ada di alam, baik di atmosfer maupun yang terlarut dalam air sebagai senyawa karbonat, dapat dipergunakan untuk menghitung umur air tanah di dalam akuifer sejak dia meresap ke dalam tanah sebagai air tanah sampai waktu dilakukan pengambilan sampel air tanah tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian:

- Sampel air tanah sumur-sumur dangkal, lokasi pengambilan sampel ditentukan secara acak, untuk diukur kandungan kimia utamanya (K, Na, Mg, Ca, Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_3$ ) dan isotop stabil oksigen-18 dan deuterium.
- Sampel air tanah sumur-sumur dalam dari akuifer tertekan, untuk diketahui kandungan kimia dan isotop oksigen-18 dan deuterium serta karbon-14.
- Sampel air hujan dan pengukuran curah air hujan untuk diketahui kandungan isotop stabil oksigen-18 dan deuterium di dua lokasi yaitu di kota Pasuruan elevasi 14 m dan di Tretes pada elevasi 840 m diatas permukaan laut.
- Alat pengukuran kimia fisik langsung di lapangan terhadap EC, temperatur dan pH pada sampel-sampel air tanah yang diambil.



- Alat pengukuran konsentrasi kimia di laboratorium, mass spektrometer, *liquid scintillation counter*, dan alat sampling air tanah di lapangan.
- Peta-peta topografi, geologi, dan geohidrologi.

### Metoda Analisis dan Peralatan yang Digunakan

Metode analisis sampel dan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- Analisis unsur-unsur kimia-mayor (Na, K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, Cl) dilakukan dengan metoda standar menggunakan *Atomic Adsorbtion Spectrometer (AAS)*, UV-VIS Spectrometer dan titrasi. Sedangkan konduktivitas, pH dan temperatur diukur langsung dengan peralatan *portable*.
- Analisis isotop stabil deuterium dan Oksigen-18 dari sampel air tanah dan air hujan dilakukan dengan menggunakan "*Mass Spectrometer*" VG-Isogas, yaitu peralatan untuk mengukur ratio konsentrasi deuterium/hidrogen dalam sampel air yang dinyatakan dalam satuan nilai  $\delta H$  terhadap standard international. Demikian pula halnya dengan analisa Oksigen-18 yaitu untuk memperoleh nilai  $\delta^{18}O$  sampel terhadap standard internasional V-SMOW.
- Analisis karbon-14 hanya dilakukan terhadap air tanah tertekan sumur-sumur dalam. Air tanah dari sumur dalam dipompa dan dialirkan langsung ke dalam bejana pengendap dengan volume 60 liter. Karbonat yang larut dalam air tanah tersebut mengandung C-14, diendapkan dengan BaCl<sub>2</sub> (Barium Klorida) untuk mendapatkan endapan BaCO<sub>3</sub>. Endapan BaCO<sub>3</sub> ditampung dan dibawa ke laboratorium untuk ditentukan kandungan C-14 nya dengan mengubah karbonat menjadi senyawa benzena. C-14 dalam senyawa benzena ini dianalisis dengan menggunakan alat "*liquid scintillation counter*"
- Pengambilan air hujan dilakukan dengan memasang bejana penampung dari stainless steel dengan volume 20 liter yang di dalamnya dituangkan minyak parafin. Karena minyak parafin sifatnya mengapung di permukaan air hujan yang tertampung, maka air hujan yang sudah tertampung tidak mengalami penguapan sehingga selama penampungan air hujan tersebut tidak mengalami fraksinasi akibat penguapan. Dalam waktu satu bulan, volume air hujan yang tertampung tersebut diukur volumenya dan diambil sampelnya sebanyak 20 ml untuk dianalisis kandungan isotop deuterium dan oksigen-18 nya.
- Data-data tentang kandungan kimia, isotop oksigen-18, deuterium dan C-14 dari sampel-sampel yang diambil di berbagai lokasi tersebut diolah dan dikaji korelasinya. Hasil evaluasi data tersebut dapat memberikan informasi tentang fenomena keasinan air tanah di lokasi yang diteliti dan bagaimana proses tersebut dapat terjadi, serta pola dinamika aliran air tanah di lokasi tersebut.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta lokasi pengambilan sample air tanah baik dari sumur dangkal maupun sumur dalam (sumur artesis), serta stasiun pemasangan curah hujan tertera dalam gambar 3. Hasil analisis parameter fisis, dan kimia dan isotop alam deuterium dan oksigen-18 tertera dalam tabel 1. Hasil analisis isotop karbon-14 dan umur airtanah ditampilkan pada tabel 2. Hasil analisis kimia digambarkan pada diagram trilinear gambar 1 dan 2. Hasil analisis oksigen-18



dan deuterium menunjukkan bahwa di beberapa lokasi sumur dalamnya merupakan air tanah yang mendapatkan pasokan dari daerah resapan (*recharge*) dengan elevasi cukup tinggi, diantaranya PT. Meiji, PT. Nestle dan Desa Teropong. Hal ini terbukti bahwa pada sumur-sumur tersebut mempunyai kandungan isotop alam yang *depleted*. Air tanah pada lokasi PT. Meiji mempunyai kandungan isotop oksigen-18 dengan konsentrasi  $-7.33 \text{ ‰}$  yang merupakan kandungan isotop dengan elevasi pasokan yang cukup tinggi. Desa Teropong dan Nesle merupakan kelompok airtanah dengan kandungan isotop alam yang relatif depleted sama dengan Meiji, sehingga merupakan kelompok airtanah dengan pasokan elevasi yang cukup tinggi. Umur airtanah pada kelompok ini menunjukkan umur airtanah yang relatif tua sekitar 12000 tahun. Tetapi masih lebih muda dari airtanah yang terdapat di PT Boma yang mempunyai umur air tanah 17050 tahun. Dari nilai kandungan isotop alam terlihat ada kontribusi air laut yang terdapat pada airtanah PT Boma, hal ini juga ditopang dengan data kimia dimana kandungan Cl adalah cukup tinggi sekitar 873,45 dan konduktiviti 4250  $\mu\text{S}$ .

Hasil analisis sampel air tanah dangkal menunjukkan pada beberapa lokasi yang kandungan isotop alam *enriched*. Hal ini menunjukkan bahwa air tanah ini merupakan air tanah pasokan air hujan lokal. Kandungan oksigen-18 airtanah lokal berkisar antara  $-5,52$  sampai  $-6,33 \text{ ‰}$ . Untuk konfirmasi elevasi daerah pasokan air tanah diperlukan data isotop air hujan yang dipantau dan dianalisis dalam jangka waktu tertentu minimal satu putaran musim. Data kimia air tanah menunjukkan terdapat beberapa lokasi yang terintrusi air laut secara signifikan. Hal ini dapat terlihat dengan data kandungan Cl dan konduktiviti yang cukup tinggi di lokasi Gudang Tambakrejo, PT. Boma Bisma, Balai Desa Pandakan dan Masjid Desa Tambakan.

## KESIMPULAN

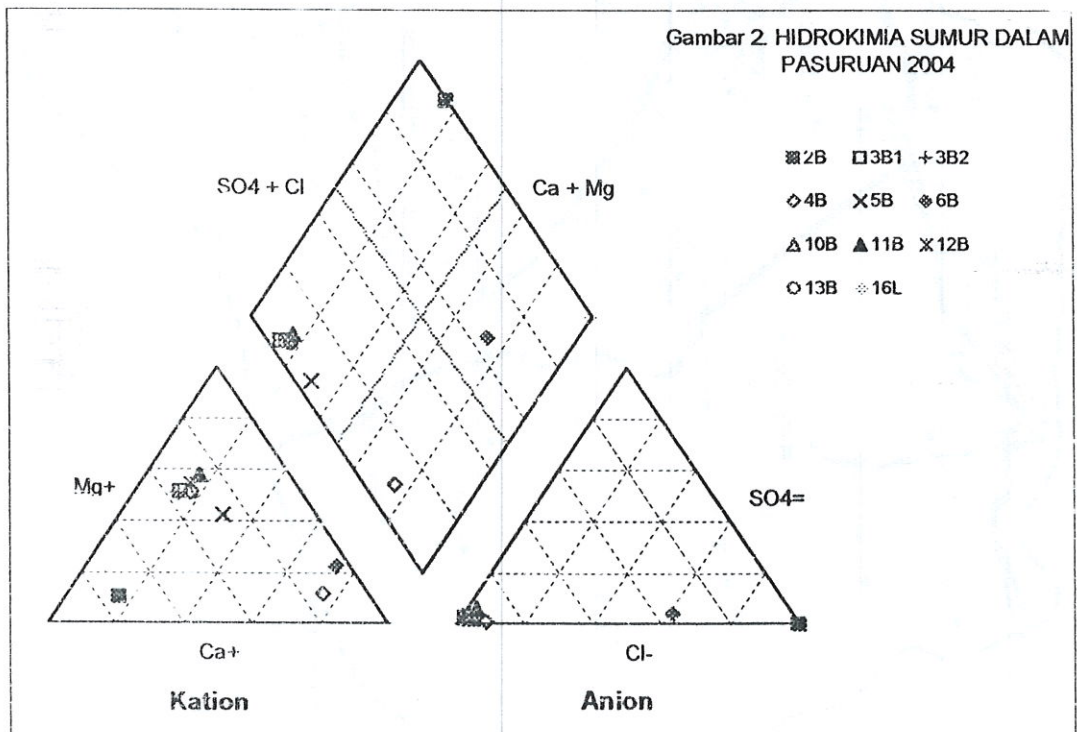
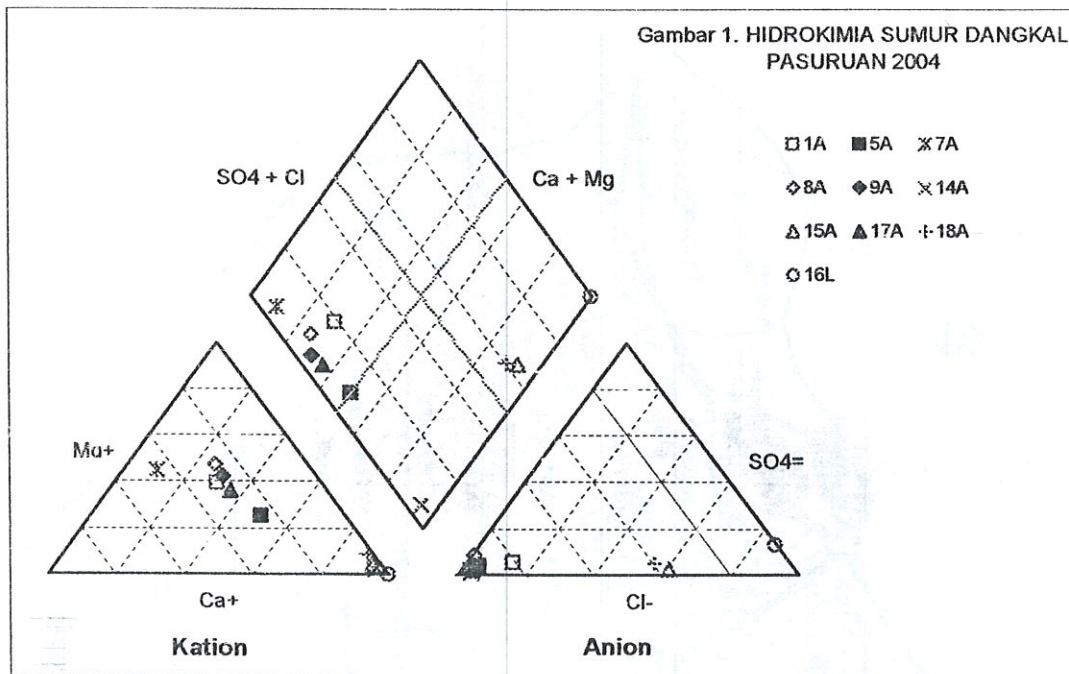
Dari hasil analisis dan evaluasi data dapat disimpulkan sebagai berikut :

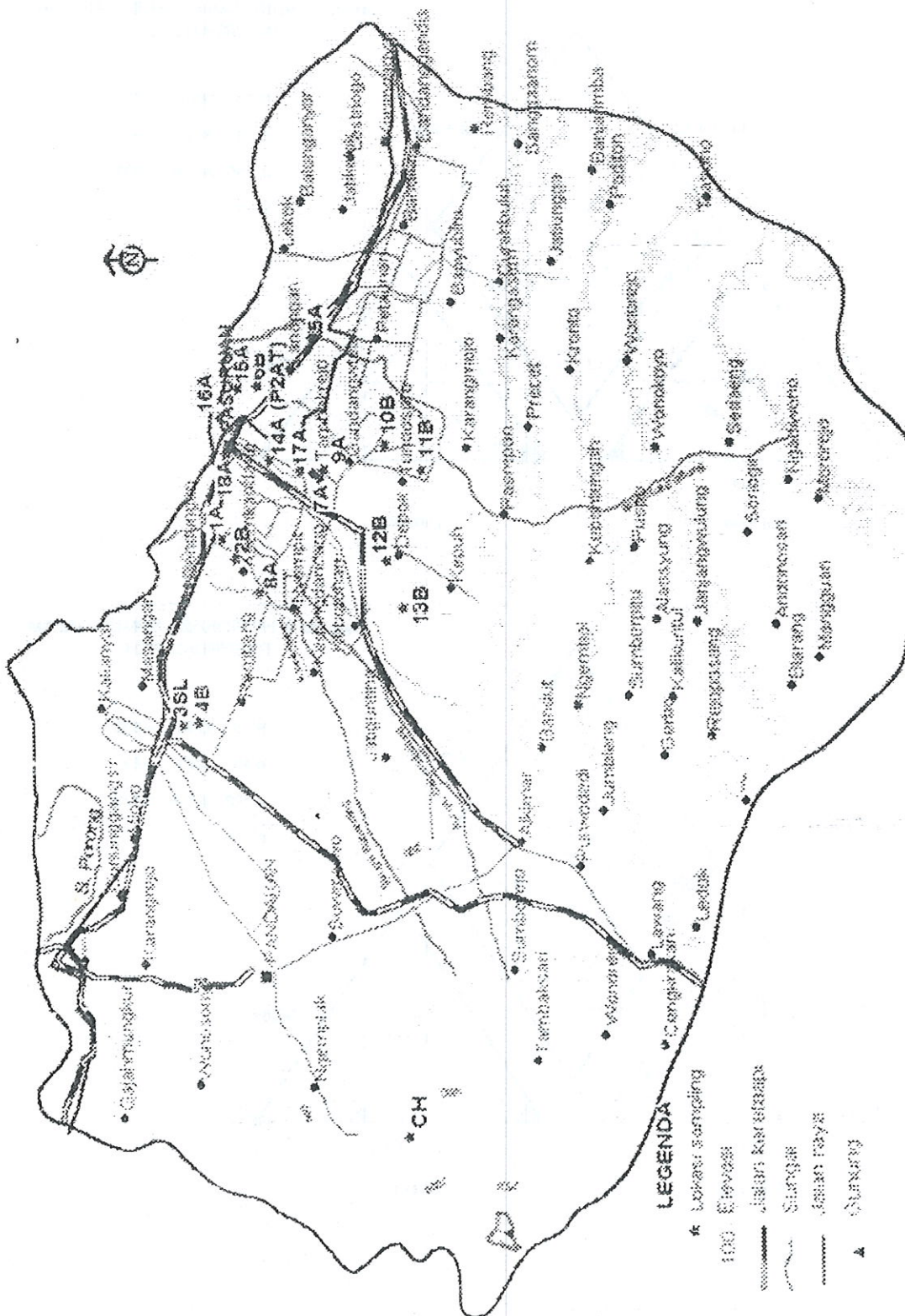
1. Di lokasi penelitian telah ditemukan terdapat lokasi yang pada airtanah tertekan sudah terintrusi air laut yaitu di PT.Boma di desa Bugul, jarak dari garis pantai sekitar 300 m.
2. Terdapat lokasi artesis yang mengandung kadar garam cukup tinggi yaitu di desa Tambakrejo, tetapi bukan disebabkan oleh intrusi air laut tetapi merupakan endapan sedimen laut yang terperangkap di lokasi tersebut dan sampai saat ini masih mempunyai konsentrasi kadar garam yang cukup tinggi.
3. Dinamika pergerakan airtanah tertekan menunjukkan pergerakan dari selatan ke utara dengan umur airtanah berkisar antara 7900 sampai 17050 tahun dan dipasok dari dari air hujan dengan elevasi cukup tinggi.
4. Airtanah dangkal merupakan lapisan airtanah dengan pasokan air hujan lokal, dan menjadi agak payau yang disebabkan oleh pengaruh air laut pasang dan terinfiltrasi ke airtanah dangkal.

## BAHAN PUSTAKA

1. Bouwer, Herman. 1978. *Groundwater Hydrology*. Mc. Graw Hill Kogakusha LTD, Tokyo.
2. Domenico, P.A. dan Schwartz, F.W. 1990. *Physical and Chemical Hydrogeology*. John Wiley & Sons, New York.
3. Fardiaz, S. 1995. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta.
4. Fergusson, J.E. 1991. *The Heavy Element. Chemistry Environmental Impact and Health Effect*. Pergamon Press.
5. Fetter, C.W. 1988. *Applied Hydrogeology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Merrill Publishing Company, Ohio.
6. Hoefs, J. 1980. *Stable Isotope Geochemistry*, Third Edition, New York.
7. IAEA. 1981. *Stable Isotope Hydrology*, Technical Report Series 210, Vienna, Austria.
8. IAEA-TECDOC-1046. 1998. *Application of Isotope Techniques to Investigate Groundwater Pollution*, Vienna, Austria.
9. Kumar, G.S. 1979. *Water Resources and Hydrology*. Khanna Publishers, New Delhi, India.
10. Kusumaatmaja, S. 1994. *Pengelolaan Sumberdaya Air Berwawasan Lingkungan*, Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
11. Laws, E.A. 1981. *Aquatic Pollution. Introductory Text*. John Wiley and Sons Inc., New York.
12. Lazaro, T. 1990. *Urban Hydrology a Multidisciplinary Perspective*. Revised Edition Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania.
13. Manahan, S.E. 1994. *Environmental Chemistry*, Sixth Edition, London.
14. Mitcel, B. 2000. *Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan*, (Terjemahan "Resource and Environmental Management"). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
15. Odum, P.E. 1971. *Fundamental of Ecology* (3<sup>rd</sup> ed.) W.B. Saundfers Company. Philadelphia.
16. Todd, K.D. 1980. *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons, New York.
17. Waite, T.D. 1984. *Principles of Water Quality*. Academic Press Inc. Canada.







Gambar 3. Peta lokasi pengambilan sampel dan stasiun curah hujan di Pasuruan, Jawa Timur.



Tabel 1. Data Parameter Fisik dan Data Analisis Isotop dan Kimia

No.	Kode	Lokasi	Koordinat (S/E)	Cond (µS)	pH	T (°C)	δ <sup>18</sup> O (‰)	δ D (‰)	Data Kimia							Keterangan	
									Na	K	Ca	Mg	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	HCO <sub>3</sub> (ppm)		NO <sub>3</sub>
1	1A	Warung Aswin Ds. Tambakrejo Kec. Kraton	07° 37' 42" 112° 52' 25"	1400	6.63	28	-5.7	-35.7	83.98	79.99	84.03	109.25	122.27	51.99	738.93		Sumur pompa
2	2B	Gudang Ds. Tambakrejo Kec. Kraton	07° 38' 03" 112° 51' 56"	26500	6.59	30	-5.6	-37.9	399.45	26.93	1886.32	267.18	11223.0	1.75	29.43		Artesis
3A	3SL	Sumbersono, Ds. Lumpang Bolong, Kec. Dermu	07° 36' 41" 112° 47' 56"	362	7.19	25	-6.04	-37.2	8.5	5.17	22.46	32.84	2.57	6.37	225.6		Limpasan artesis
3B	3SD	Sumbersono, Ds. Lumpang Bolong, Kec. Dermu	07° 36' 41" 112° 47' 56"	401	6.94	28	-6.04	-37.2	8.38	5.26	23.09	32.61	2.63	6.14	228.87		Diambil dari pompa penyalur
4	4B	PT. MEJJI Ds. Lumpang Bolong, Kec. Dermu	07° 37' 04" 112° 48' 00"	756	7.57	29	-7.33	-43.6	84.37	11.17	14.94	13.36	26.91	3.80	304.07		Sumur dalam 125 m
5	5A	Kantor Desa Blandongan	07° 39' 59" 112° 57' 18"	1350	7.43	28	-5.06	-33.6	86.32	19.12	42.40	44.18	30.26	31.78	680.07		Sumur pompa
6	6B	PT. Boma Bisma Indra Us. Bugul Lor, Kec. Bogor	07° 38' 37" 112° 56' 05"	4250	8.09	29	-6.17	-33.9	249.42	32.08	13.59	76.43	973.45	61.33	497.71		Sumur dalam
7	7A	Warung P. Carik dkt Gudang (2B) Ds. Tambakrejo Kec. Kraton	07° 40' 10" 112° 53' 53"	648	7.15	28	-6.06	-38.2	10.56	7.33	48.89	48.26	12.84	13.15	461.01		Sumur pompa

Risalah Pertemuan Ilmiah Jabatan Fungsional Litkayasa, Pranata Nuklir dan Pengawas Radiasi, 2005

No.	Kode	Lokasi	Koordinat (S/E)	Cond (µS)	pH	T (°C)	°O	D	Data Kimia										Keterangan
									Na	K	Ca	Mg	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	HCO <sub>3</sub> (ppm)	NO <sub>3</sub>			
8	8A	Sumur Gali Ds. Klampok Kec. Kraton	07° 38' 37" 112° 51' 00"	30.5	7.68	31	-5.29	-34.1	55.14	16.61	57.96	101.94	3.43	62.47	637.57		Sumur gali		
9	9A	Wanung Bu Anis Desa Bajangan, Gondang Wetan	07° 40' 17" 112° 54' 05"	459	7.61	26	-5.52	-33.9	21.92	6.76	19.63	30.57	6.62	5.86	238.68		Sumur pompa		
10	10B	P2AT-529 Ds. Gayan, Kec. Gondang Wetan	07° 41' 48" 112° 54' 38"	412	7.25	25	-6.51	-35.7	8.89	8.86	18.37	28.89	9.18	5.37	209.25		Sumur Artesis		
11	11B	Desa Tropong Kelayan	07° 42' 42" 112° 54' 02"	370	7.18	23	-7.13	-42.4	7.91	6.85	13.06	28.76	5.26	11.27	170.02		Sumur Artesis		
12	12B	PT NESTLE Kelayan	07° 41' 49" 112° 51' 52"	414	7.46	28	-7.08	-41.9	8.44	8.94	16.76	29.14	4.65	7.59	212.52		Sumur dalam		
13	13B	Sumur Artesis Ds. Sumber Banteng, Kejayan	07° 42' 13" 112° 50' 44"	374	7.05	25	-5.34	-37.6	8.22	6.92	15.40	24.45	5.87	6.19	176.56		Sumur Artesis		
14	14A	Kantor P2AT Jl. Hayam Wuruk	07° 38' 54" 112° 54' 18"	854	7.25	29	-6.03	-36.7	138.8 3	26.98	4.17	3.83	16.25	6.86	467.55		Sumur pompa		
15	15A	Balai Desa Pandakan	07° 37' 42" 112° 55' 20"	4440	7.88	29	-5.7	-24.2	258.6 7	49.49	6.56	13.42	1019.73	46.95	614.68		Sumur pompa		
16	16-L	Air Laut Ds. Pandakan Lor Bugul Kidul	07° 37' 42" 112° 55' 20"	46700	6.83	33	-1.28	-12.1	49991 0.37	488.44	131.31	1766.6 9	18078.5 1	2757.0	94.82		Air laut		
17	17A	Hotel Nasional	07° 39' 40" 112° 54' 00"	762	7.10	29	-6.33	-38.2	52.12	12.54	41.06	52.62	15.03	12.44	428.32		Sumur pompa		
18	18A	Masjid Ds. Tambakan, Kec. Gdg. Rejo	07° 37' 49" 112° 54' 27"	5570	7.98	27	-6.13	-38.1	280.1 1	48.21	5.64	28.25	1038.5	98.13	742.2		Sumur pompa		

Sumber : data hasil analisis BATAN



Tabel 2. Data Hasil Analisis C-14

No.	Kode	Lokasi	Koordinat (S/E)	<sup>14</sup> C	Keterangan
1	2B	Gudang Ds. Tambakrejo Kec. Kraton	07° 38' 03" 112° 51' 56"	ttd	Sumur Artesis
2	3SD	Sumbersono, Ds. Lumpang Bolong, Kec. Dermo	07° 36' 41" 112° 47' 56"	12.150 +/- 500	Sumur Artesis, diambil dari pompa penyalur
3	6B	PT. Boma Bisma Indra Ds. Bugul Lor, Kec. Bogor	07° 38' 37" 112° 56' 05"	17.050 +/- 600	Sumur dalam
4	10B	P2AT-529 Ds. Gayan, Kec. Gondang Wetan	07° 41' 35" 112° 53' 49"	11.520 +/- 550	Sumur Artesis
5	11B	Desa Troping Kejayan	07° 41' 48" 112° 54' 38"	12.250 +/- 450	Sumur Artesis
6	13B	Sumur Artesis Ds. Sumber Banteng, Kejayan	07° 42' 13" 112° 50' 44"	7.900 +/- 450	Sumur Artesis

Sumber : data hasil analisis BATAN

ttd : tidak terdeteksi

## DISKUSI

TOMMY H.

Dari kesimpulan no. 2 disebutkan tidak ada intrusi air laut, tetapi yang ada endapan sediment laut. Secara alam endapan sediment terangkut bersama-sama air, dalam hal ini air laut. Hal ini sangat kontradiksi. Mohon penjelasan, terima kasih.

DJIONO

Dari tiga (3) parameter : isotop alam deuterium dan oksigen-18, C-14 (umur air tanah) dan kimia (anion dan kation) terlihat jelas apa bedanya antara air tanah yang terintrusi dan air tanah dari sediment laut kuno yang terjebak. Dari hasil analisis ketiganya dapat disimpulkan bahwa di desa Tambakrejo tersebut isotopnya depleted, umur tua, dan diagram tri linear bukan intrusi air laut.

WAGIYANTO

Di desa Tambakrejo terdapat anomaly air asin yang merupakan endapan sediment laut. Bagaimana pula tejradinya endapan tersebut ?. Jika kondisi geologis desa Bedugal dan Tambakrejo memiliki kesamaan, mungkin saja hal tersebut merupakan endapan sediment bukan intrusi ?.

DJIONO

Dari diagram trilinear terlihat bahwa kandungan garam yang terdapat di sediment tidak disebelah kanan tetapi di ujung atas. Selain itu air laut mempunyai kandungan C-14 dengan umur modern. Untuk sediment laut akan berumur tua. Air laut umurnya modern. Dari isotop alam terlihat bahwa air laut enriched nilai nol dan air tanah yang tidak terintrusi akan depleted seperti jebakan sediment laut