

POLA DINAMIKA AIR TANAH DI DAERAH BEKASI BERDASARKAN ANALISIS RADIOISOTOP ^{14}C

D.A. Siregar¹ dan Satrio²

Pusat Survei Geologi¹

Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

Pusat Aplikasi teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN²

ABSTRAK

Penelitian pola dinamika air tanah dalam di daerah Bekasi dengan menggunakan radioisotop ^{14}C telah dilakukan. Beberapa percontonya air tanah dalam diambil untuk dianalisis kandungan ^{14}C -nya. Hasilnya diplot ke dalam peta lokasi terkait untuk memperoleh pola konturnya. Pola kontur yang diperoleh memperlihatkan bahwa air tanah dalam di daerah selatan Bekasi berumur lebih muda dibandingkan dengan yang berasal dari utara dan barat laut. Hal tersebut menunjukkan bahwa air tanah dalam di daerah penelitian bergerak dari selatan ke utara dan barat laut. Sementara itu Bekasi merupakan daerah imbuhan air tanah.

Kata kunci: Bekasi, pola dinamika, air tanah dalam, analisis ^{14}C

ABSTRACT

A study of deep groundwater dynamic pattern on the basis of radioisotope ^{14}C analysis has been carried out in the Bekasi area. Some samples of deep groundwater were collected for ^{14}C analysis. The results were plotted on the locality map concerned and a contour pattern was obtained. The pattern shows that the deep groundwater age of the area south of Bekasi is younger than those of the north and northwest area. This suggests that deep groundwater in the study area flows in the north and northwest directions. Meanwhile, Bekasi area is the recharge area.

Keywords: Bekasi dynamic pattern, deep groundwater, ^{14}C analysis

PENDAHULUAN

Daerah Bekasi dan sekitarnya telah berkembang dengan pesat yang ditunjukkan dengan tumbuhnya sektor perindustrian. Industri tekstil, pengolahan makanan dan minuman, serta industri-industri rumah tangga telah memberikan kontribusi nyata terhadap perubahan kondisi air tanah dan air sungai di daerah Bekasi. Hal ini menimbulkan problem sosial dan juga terjadinya degradasi lingkungan, baik yang berasal dari aktivitas pembangunan itu sendiri maupun sebagai dampak pertambahan penduduk. Daerah Bekasi dan wilayah sekitarnya pada beberapa tahun terakhir ini terancam krisis air akibat pesatnya perubahan fungsi lahan konservasi menjadi kawasan pemukiman maupun industri yang mengambil air tanah untuk kebutuhannya.

Penentuan pola dinamika dan daerah imbuhan dengan penanggalan ^{14}C di daerah ini dilakukan untuk mengklarifikasi daerah imbuhan, yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai data penunjang bagi pengambilan keputusan dalam merencanakan pengembangan daerah tersebut. Studi pergerakan air

tanah pada prinsipnya menyangkut pergerakan air permukaan ke sistem air lainnya, yang selanjutnya dapat bergerak sesuai dengan arah aliran air tanah daerah tersebut.

Penggunaan teknik isotop lingkungan ^{14}C telah banyak digunakan di negara-negara maju dan berkembang untuk tujuan pemantauan, analisis, pengurangan, dan pengendalian suatu sistem sumber daya air suatu daerah. Data tersebut sangat bermanfaat untuk manajemen sumber daya air. Kondisi gerakan air tanah daerah tersebut dipengaruhi oleh perkembangan daerah yang diteliti, seperti pengambilan air tanah untuk keperluan rumah tangga, industri, sekolah, pertokoan, perkantoran, dan tempat-tempat komersial yang ada di sekitarnya serta sistem geohidrologi setempat (Verhagen dan Butter, 1997 dan Mook, 2001).

Penelitian pola dinamika air tanah Bekasi bertujuan untuk memprediksi pergerakan air tanah daerah ini yang selanjutnya dapat digunakan untuk perencanaan pengelolaan air tanah daerah Bekasi secara menyeluruh.

HIDROGEOLOGI BEKASI

Bekasi merupakan daerah yang mempunyai tingkat perkembangan yang sangat pesat seperti halnya daerah-daerah berdekatan seperti Kabupaten Bogor dan Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Batuan yang ada di daerah Bekasi secara hidrogeologis dibedakan menjadi batuan lepas dan batuan padu yang mempunyai kesarangan, kelulusan, dan sifat-sifat keairan lain yang berbeda pula (Ruchijat dan Hadi, 1997). Batuan lepas berukuran butir pasir atau lebih besar serta batuan padu yang memiliki celah atau rekahan dapat bertindak sebagai akuifer, sedangkan batuan lepas berukuran berbutir lempungan serta batuan padu tak ber celah tidak dapat bertindak sebagai akuifer. Hubungan satuan litostratigrafi dan satuan hidrostatigrafi diperlihatkan pada Tabel 1.

Kabupaten Bekasi mempunyai tiga lapisan akuifer. Akuifer yang mempunyai potensi untuk dieksploitasi terletak di daerah selatan, mulai dari Bantar Gebang ke arah utara. Satuan batupasir tufan dan konglomerat (Qav) yang merupakan akuifer tak tertekan mempunyai potensi air tanah. Berdasarkan peta topografi, daerah Bantar Gebang terletak pada ketinggian 30 m sampai 50 m diatas permukaan laut. Akuifer air tanah di daerah ini terdiri atas empat lapisan akuifer, yaitu lapisan akuifer bebas, akuifer semitertekan, akuifer tertekan dangkal, dan akuifer tertekan dalam. Kondisi air tanah di daerah penelitian (mulai dari Bantar Gebang sampai Bekasi Selatan) adalah baik. Hal ini dapat dilihat dari peta potensi air tanah Bekasi (Ruchijat dan Hadi, 1997) yang menunjukkan bahwa air tanah di daerah ini mempunyai potensi sedang sampai tinggi. Lapisan akuifer pertama (akuifer bebas) terdapat pada kedalaman 0 - 24 m, semitertekan pada kedalaman 30 sampai 48 m, akuifer tertekan dangkal mempunyai kedalaman 40 sampai 120 m, dan lapisan ke empat pada kedalaman >120 m. sementara pergerakan air tanah secara umum bergerak dari arah selatan ke utara dan daerah ini merupakan daerah imbuhan untuk daerah Bekasi (Ruchijat dan Hadi (1997)).

LOKASI DAERAH PENELITIAN

Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat 106°48'28" - 107°27'29" BT, dan 6°10'6" - 6°30'6"LS. Daerah penelitian ini mencakup Kabupaten dan Kota Bekasi serta sebagian Jakarta Timur.

BAHAN DAN METODE

Radioisotop ¹⁴C dengan waktu paruh 5730 tahun telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian, seperti penentuan umur sedimen, karang, kerang, air tanah, dan lain-lain. Metode penentuan umur ini dikenal dengan nama metode penanggalan radiokarbon, yaitu suatu metode yang didasarkan pada perhitungan aktivitas ¹⁴C yang masih terkandung dalam suatu percontoh. Nilai ini kemudian dikonversikan menjadi umur setelah dibandingkan dengan standarnya (Gupta, dr., 1985 dan Todd, 1980). Dalam penelitian ini akan ditentukan umur percontoh berupa air tanah dalam yang berasal dari daerah Bekasi dan sekitarnya.

Tabel 1. Hubungan Satuan Litostratigrafi dan Hidrostatigrafi Daerah Jonggol-Bekasi (Sumber : Sjaiful Ruchijat dr., 1997)

Zaman	Kala	Satuan Litostratigrafi	Satuan Hidrostratigrafi
K U A R T E R	Holosen	Endapan sungai (Qa) : pasir, lumpur, kerikil dan kerakal	Akuifer tak tertekan
		Endapan dataran banjir (Qaf) : pasir lempungan, lempung pasir, lempung humusan/gambutan.	Akuitard
	Pleistosen	Endapan rawa (Qsd) : lempung humusan, lempungan gambutan, lanau dan lapisan tipis gambut.	Akuitard
		Endapan laut dangkal (Qnd) : perselingan pasir, lanau, lempung dan lapisan tipis tuf, mengandung cangkang foraminifera.	Akuitard
T E R S I E R	Pliosen	Satuan Batupasir tufan dan konglomerat (Qav) : batupasir tufan, konglomerat, tuf dan breksi.	Akuifer tak tertekan
		Satuan Batupasir konglomeratan (Qoa) : batupasir konglomeratan, batulanau dan batupasir.	Akuifer tak tertekan dan akuifer tertekan
	Miosen	Formasi Cihoe (Tpc) : tufa dan batu lempung tufan	Akuitard/akuiklud
		Formasi Subang (Tms) : Batulempung, batupasir dan batugamping pasir.	Akuitard/akuiklud
		Formasi Parigi (Tmp) : Batu gamping klastik dan batugamping terumbu	Akuitard/akuiklud
	Formasi Klapanunggal (Tmk) : Batugamping koral, sisipan batugamping pasir, napal, batupasir kuarsa glaukonitan hijau.	Akuifer pada zona celahan	
	Formasi Jatiluhur (Tmj) : Batulempung gampingan bersisipan batugamping pasir.	Akuitard/akuiklud	

Secara garis besar, proses analisis ^{14}C untuk percontoh air tanah adalah sebagai berikut:

- Preparasi percontoh pada alat sintesis benzena
- Pencacahan percontoh
- Estimasi aktivitas ^{14}C percontoh
- Penentuan umur percontoh
- Pelaporan umur percontoh

Bahan

- Katalis khromium alumina untuk proses trimerisasi dari C_2H_2 menjadi C_6H_6
- *Dry ice* dicampur dengan ethanol untuk menjebak air
- N_2 -cair untuk menjebak CO_2 atau percontoh C_2H_2
- HCl 10 % sebanyak 450 ml untuk direaksikan dengan percontoh BaCO_3 atau CaCO_3
- Litium batang 18 gr direaksikan dengan percontoh Co_2 melalui proses pembakaran pada temperatur 700°C - 900°C .

Metode

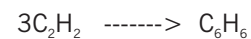
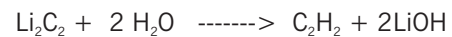
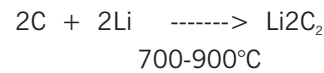
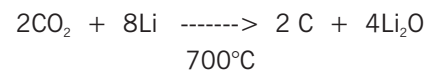
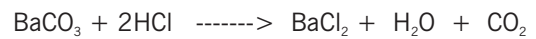
Pemercontohan air tanah

Isotop ^{14}C dalam percontoh air berada dalam bentuk gas CO_2 yang terlarut dalam air tanah dan diambil dalam bentuk endapan BaCO_3 melalui tahapan di bawah ini (Technical Report Series No. 91, 1983).

- a. Percontoh air tanah sebanyak 60 lt. dimasukkan kedalam tangki pengendap dan ditambahkan 5 gr Fe SO_4 untuk menghilangkan pengaruh mineral sulfida dan mineral lain.
- b. Percontoh tersebut kemudian ditambahkan larutan NaOH jenuh sebanyak 40 ml untuk mengatur agar pH percontoh menjadi 9.
- c. Ditambahkan larutan pengendap BaCl_2 jenuh sebanyak 500 mL kemudian aduk hingga terbentuk endapan halus BaCO_3
- d. Untuk mempercepat endapan ditambahkan praestol sebanyak 30 ml dan diaduk perlahan lahan.
- e. Di lakukan proses *settling* hingga endapan turun ke bagian bawah kemudian ditampung dalam botol khusus kedap udara.

Analisis percontoh

Proses analisis dilakukan menggunakan alat sintesis benzena melalui beberapa tahapan reaksi sebagai berikut:



Katalis



Gambar 1. Pemercontohan air tanah dalam untuk analisis ^{14}C dengan teknik pengendapan BaCO_3 .



Gambar 2. Analisis percontoh untuk mengukur umur air tanah dengan metode Radiokarbon

Pencacahan dan penghitungan umur

Aktivitas ^{14}C dalam senyawa benzena dicacah menggunakan alat *Liquid Scintillation Counter* merk Packard 1900TR selama 20 menit 50 putaran. Konversi dari hasil cacahan menjadi umur ditentukan menggunakan rumus:

$$t = (T_{1/2}/\ln) \ln (A_0/A_t)$$

Keterangan:

- t = umur (tahun)
- $T_{1/2}$ = waktu paro
- A_0 = Aktivitas awal
- A_t = Aktivitas pada waktu t tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejumlah percontoh air tanah diambil pada beberapa lokasi yang umumnya berasal dari sumur bor dalam milik beberapa perusahaan dengan kedalaman lebih 40 m. Percontoh tersebut diambil langsung dari sumbernya untuk mengurangi kontak langsung dengan udara luar. Melalui proses kimia percontoh sebanyak 60 lt. diekstrak menjadi BaCO_3 . Hasil analisis ^{14}C air tanah daerah Bekasi dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Berdasarkan data di atas terlihat bahwa air tanah yang berasal dari Ciketing (B5), Cikiwul, (AS-41) dan PT. Kuk Dong (AS-28) memiliki umur antara 1300 hingga 1500 tahun. Umur air tanah kurang dari 1500 tahun masih dianggap modern, sehingga



Gambar 3. Alat pencacahan percontoh untuk isotop Radiokarbon (C-14).

dianggap sebagai air yang baru berinfiltrasi. Ketiga lokasi sumur tersebut terletak di sekitar lokasi tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Bantar Gebang, Bekasi, sehingga pemilihan lokasi TPA di daerah tersebut sangat tidak tepat. Air tanah Ciketing yang terletak di selatan berumur lebih muda dari umur air yang di Cikiwul. Hal ini mengindikasikan bahwa arah gerakan air tanah berasal dari selatan menuju utara. Berdasarkan pergerakan air tanah tersebut, daerah imbuhan seharusnya dipindahkan ke arah selatan lagi. Kajian secara lengkap tentang daerah imbuhan ini dapat dilakukan dengan pendekatan metode isotop alam ^{18}O , ^2H dan ^3H .

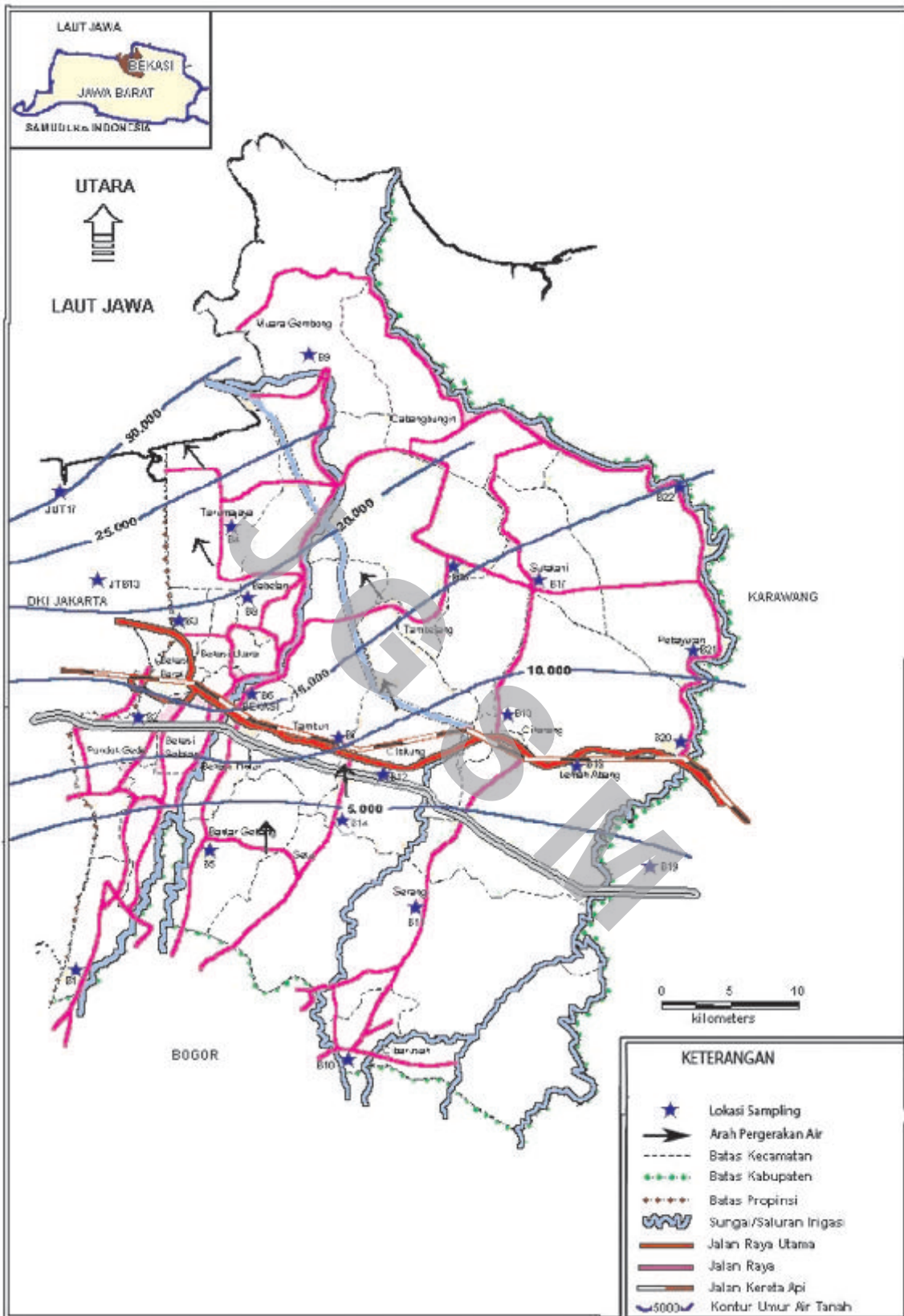
Pola sebaran umur air tanah yang bervariasi dari yang berumur muda di selatan hingga berumur tua di utara mengindikasikan arah gerakannya dari selatan menuju utara. Pola ini akan lebih jelas bila diplotkan ke dalam peta lokasi penelitian (Gambar 4), sehingga diperoleh kontur *iso-age* yang dapat menggambarkan arah gerakan air tanah akuifer dalam tersebut.

Kontur *iso-age* ini memperlihatkan bahwa pergerakan air tanah daerah Bekasi bergerak dari arah selatan ke utara, dan kemudian membelok menuju ke barat laut. Keadaan ini diduga disebabkan pengambilan air tanah yang cukup banyak di daerah utara Jakarta (sekitar Pulogadung) karena kawasan Pulogadung merupakan kawasan industri dengan tingkat eksploitasi air tanah sangat tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa cadangan air tanah daerah Jakarta dipengaruhi oleh air tanah di daerah Bekasi dan sekitarnya. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Ruchijat dan Hadi (1997) yang telah melakukan penelitian di daerah Jonggol-Bekasi yang menjelaskan bahwa air tanah Bekasi mengalir dari selatan ke utara dan daerah imbuhan di daerah selatan.

Tabel2. Hasil Analisis ^{14}C Tanah Daerah Bekasi dan Sekitarnya dengan Metode Radiokarbon

Kode Percontoh	Lokasi Pemercoutohan	Kedalaman (meter)	PMC (%)	Umur (tahun)
B2	Gerbang Tol Pd-Gode Barat	60	18,3 ± 0,50	12850 ± 230
B3	PT. Aqua Golden Missisipi, Bekasi	50	10,9 ± 0,48	17020 ± 350
B5-As36	Ciketing Udik - Bantar Gebang	150	76,0 ± 0,85	1025 ± 95
B6	PT. KAJ Kota Bekasi	120	13,8 ± 0,49	15110 ± 300
B7	Gerbang Tol Tambun	100	21,4 ± 0,52	11500 ± 200
B12	Gerbang Tol Cibitung	100	38,7 ± 0,59	6600 ± 130
B13	PT. Fajar Gemilang Cikarang	50	45,5 ± 0,63	5260 ± 120
B14	PT. Kones, Jl. Raya Setu-Tambun	50	45,3 ± 0,63	5290 ± 120
B16	Gerbang Tol Cikarang	100	47,1 ± 0,64	5000 ± 115
B19	Gerbang Tol Karawang Barat	100	64,9 ± 0,76	2530 ± 100
B20	Kedang Gode	85	34,6 ± 0,57	7535 ± 140
B21	Ds. Kertasari - Pehayuran	80	19,9 ± 0,51	12080 ± 200
B22	Ds. Sumber Urip - Pehayuran	60	14,3 ± 0,49	14850 ± 300
AS-25	PT. Bumi SF, Narogong km 14	95	50,0 ± 0,67	4500 ± 115
AS-28	PT. Kuk Dong, Narogong km 11	120	73,6 ± 0,83	1200 ± 100
AS-41	Ds. Cikwai (Utara TPA)	150	71,0 ± 0,81	1580 ± 100
JUT17	PT. Bogasari	80	1,6 ± 0,46	3260 ± 300
JTB13	PT. Canala Dry	250	5,5 ± 0,36	22800 ± 500

Keterangan: AS-25, 28,41: air tanah dari am di sekitar TPA Bantar Gebang



Gambar 4. Kontur umur air tanah Bekasi dan sekitarnya.

KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Air tanah di daerah Bekasi bergerak dari selatan ke utara, dan membelok ke barat laut.
- Berdasarkan peta kontur umur air tanah, diketahui bahwa terdapat interaksi antara air tanah daerah Jakarta dan daerah Bekasi.

SARAN

Perlu manajemen sumber daya air tanah terpadu dan kebijakan yang tepat dalam pengembangan suatu daerah agar tidak terjadi penurunan sumber daya air akibat pencemaran.

ACUAN

- Gupta, Sushil, K. and Polach, H., (1985), *Radiocarbon Dating Practice at Australian National University*, Handbook, Radiocarbon Laboratory, Research School of Pacific Studies, ANU, Canberra.
- Mook, W. G., (2001), *Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle*, International Hydrology Programme, No. 39, Vol. 5, IAEA-UNESCO, Paris.
- Ruchijat, S., dan Hadi, S., (1997), *Penyelidikan Potensi Air Tanah Daerah Jonggol-Bekasi, Jawa Barat*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Australian International Atomic Energy Agency, 1983 Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Technical Report Series No. 191
- Todd, D.K., (1980), *Groundwater Hydrology*, Second edition, John Wiley & Sons, New York.
- Verhagen, B. T. and Butler M.J., (1997), *Environmental Isotope Studies of Urban and Waste Disposal Impact on Groundwater Resources in South Africa, Isotope Techniques in the Study of Environmental Change*, Proc. Sym. IAEA, Vienna: 411-421.

Naskah diterima : 27 April 2008

Revisi terakhir : 15 Desember 2008