
APLIKASI ISOTOP ALAM ^{18}O , ^2H DAN ^{14}C UNTUK STUDI AIR TANAH DI KEPULAUAN SERIBU

Bungkus Pratikno, Zainal Abidin, Paston Sidauruk dan Satrio

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Kotak Pos 7002 JKSKL, Jakarta 12070

Telp. 021 7690709, Fax. 021 7691607

E-mail : bungkus_pratikno@yahoo.co.id

Diterima 19 Januari 2009; disetujui 3 Juli 2009

ABSTRAK

APLIKASI ISOTOP ALAM ^{18}O , ^2H DAN ^{14}C UNTUK STUDI AIR TANAH DI KEPULAUAN SERIBU. Telah dilakukan studi air tanah di beberapa pulau di wilayah kepulauan Seribu, Jakarta Utara. Studi dilakukan dengan mengambil contoh air tanah dari sumur bor dengan kedalaman 150 m di empat lokasi pengambilan contoh yang meliputi Pulau Lancang, Pulau Tidung Besar, Pulau Pramuka dan Pulau Panggang. Metode isotop alam ^{18}O dan ^2H dan *carbon dating* ^{14}C telah digunakan dalam studi ini. Tujuan studi ini selain untuk mengetahui umur air tanah pada ke empat pulau tersebut juga untuk mengetahui adanya intrusi air laut yang masuk kedalam aquifer air tanah, sebagai usaha dalam rangka konservasi air tanah. Berdasarkan hasil *carbon dating* (isotop ^{14}C) umur air tanah di ke empat pulau tersebut secara umum berada pada kisaran 20.000 tahun yang memberikan indikasi bahwa ketersediaan air tanah dalam masih cukup, sedangkan analisis komposisi isotop alam ^{18}O dan deuterium menunjukkan bahwa air tanah telah mengalami intrusi air laut.

Kata kunci : isotop, intrusi, delta (δ), carbon-dating

ABSTRACT

APPLICATION OF ENVIRONMENTAL ISOTOPES OF ^{18}O , ^2H AND ^{14}C FOR GROUNDWATER STUDY ON KEPULAUAN SERIBU. Groundwater study has been conducted on several islands in Kepulauan Seribu, North Jakarta. The study was conducted by taking groundwater samples from deep aquifer with average depth of 150 meters. The samples were taken from four locations namely pulau Lancang, pulau Tidung Besar, pulau Pramuka and pulau Panggang. Carbon dating and environmental isotope methods have been used in this study. The aims of the study are to determine the local groundwater age and to investigate the intrusion of sea water to local groundwater. The result shows that the groundwater age of the four islands is around 20.000 years which indicate there is plenty water reserve. On the other hand, isotope composition showed that sea water has infiltrated local groundwater.

Key words : isotope, intrusion, delta (δ), carbon-dating

PENDAHULUAN

Kabupaten Kepulauan Seribu terdiri dari pulau-pulau karang sebanyak 105 buah pulau, dengan total luas wilayah daratan sebesar 897,71 Ha dan luas perairannya mencapai 6997,50 km². Posisinya secara geografis terletak pada 06°00'40" - 05°54'40" Lintang Selatan dan 106°40'45" - 109°01'19" Bujur Timur. Kawasan yang letaknya 45 km sebelah utara Jakarta ini mempunyai nilai konservasi yang tinggi karena keanekaragaman jenis dan ekosistemnya yang unik dan khas. Jumlah penduduk kurang lebih 15.600 jiwa yang tersebar di 6 kelurahan. Pulau-pulau karang itu terbentuk di atas koloni binatang karang yang sudah mati. Koloni ini pada awalnya tumbuh pada dasar laut yang dangkal, dan lapisan atasnya muncul ke permukaan laut serta mengalami pelapukan. Kemudian di atas koloni-koloni yang telah lapuk ini tumbuh jenis tumbuhan awal berupa semak dan beberapa jenis pohon membentuk sebuah pulau ditengah laut.

Wilayah Kepulauan Seribu yang tersusun atas terumbu karang tersebut memiliki keterbatasan dalam potensi sumberdaya air tanahnya. Pada pulau-pulau kecil umumnya mempunyai ekosistem khas, dengan cadangan air tawar yang dikelilingi oleh air laut yang dengan mudah menyusup ke air tawar tersebut. Air tanahnya sangat dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, dan mempunyai waktu tinggal pendek dan luasannya relatif kecil. Di kepulauan seribu tidak dijumpai sumber hidrologi permukaan seperti sungai, dan mata air. Kondisi air tanah sangat tergantung dengan kepadatan vegetasinya. Untuk pulau-pulau yang mempunyai vegetasi yang padat dan mempunyai lapisan tanah yang cukup tebal, maka kualitas air tanah akan mempunyai kualitas air tanah relatif baik (tawar), hal tersebut karena vegetasi dan lapisan tanah tersebut menyimpan air tanah yang berasal dari hujan.

Tofografi Kepulauan Seribu rata-rata landai (0-15% dengan ketinggian 0-2 meter di atas permukaan laut). Luas daratan masing-masing pulau terpengaruh oleh adanya pasang surut air laut yang mencapai 1-15 meter yang terpantau di Pelabuhan Tanjung Priok. Curah hujan terbesar terjadi pada bulan Januari dengan curah hujan rata-rata tahunan berjumlah sekitar 1.700 mm.

Keadaan geologi Kepulauan Seribu pada umumnya terbentuk dari batuan kapur, karang/pasir dan sedimen yang berasal dari Pulau Jawa dan Laut Jawa, terdiri dari susunan bebatuan malihan/metamorfosa dan batuan beku, di atas batuan dasar diendapkan sedimen epiklasik, batu gamping, batu lempung yang menjadi dasar pertumbuhan gamping terumbu. Sebagian besar terumbu karang yang ada masih mengalami pertumbuhan.

Jenis tanah di daratan berupa pasir koral yang merupakan pelapukan dari batu gamping terumbu koral dengan ketebalan umumnya kurang dari 1 m dan di beberapa tempat dapat mencapai ketebalan 5 m. Pada beberapa pulau khususnya pada daratan pantai sering ditumbuhi oleh pohon bakau sehingga dijumpai lapisan tanah organik yang sangat lunak yang berasal dari pelapukan tumbuh-tumbuhan serta material yang terbawa oleh arus laut dan tertahan pada akar pohon bakau. Keadaan laut umumnya mempunyai kedalaman yang berbeda-beda yaitu berkisar antara 0-40 meter.

Pertambahan jumlah penduduk di pulau-pulau pemukiman di Kepulauan Seribu juga menambah permasalahan. Pertama, lahan untuk menyerapan air yang berasal dari hujan semakin sedikit, sementara disisi lain bertambahnya jumlah penduduk melipat gandakan kebutuhan akan air. Kedua, konstruksi bangunan yang disarankan berupa rumah panggung justru jarang digunakan penduduk setempat. Penggunaan rumah panggung disarankan adalah untuk menyediakan lahan bagi penyerapan air ke tanah.

Penelitian air tanah di Kepulauan Seribu dilakukan untuk melihat asal-usul air yang terdapat di wilayah tersebut, dan datanya dapat digunakan oleh dinas Pertambangan DKI Jakarta untuk pengelolaan sumber air tanah di masa yang akan datang. Pendekatan metode isotop alam ^{18}O , ^2H dan ^{14}C digunakan dalam penelitian ini dilengkapi dengan data konduktivitasnya. Lokasi penelitian meliputi Pulau Panggang, Pulau Lancang, Pulau Tidung dan Pulau Pramuka dengan mengambil sampel air tanah yang berasal dari sumur bor berkedalaman 150 meter. Kondisi demografi pulau yang dikelilingi oleh laut menciptakan situasi dimana air tanah yang tersedot ke atas akan menciptakan rongga-rongga baru sehingga air laut mengisi rongga-rongga tersebut dengan cepatnya. Akibatnya adalah air tanah tercemar resapan air laut.



Gambar 1. Pulau Panggang, salah satu pulau di Kepulauan Seribu dilihat dari udara

Studi dilakukan pada empat pulau besar di Kepulauan Seribu yang berpenduduk relatif padat yaitu : **Pulau Panggang** yang merupakan sebuah kelurahan yang terpadat penduduknya di Kepulauan Seribu. Produksi air tanah di wilayah ini tidak dapat memenuhi kebutuhan sekitar 1000 kepala keluarga yang menghuni pulau ini. Produksi air yang sebelumnya menghasilkan 23 meter kubik per hari, kini turun drastis menjadi 10 m^3 per hari, sedangkan tingkat kebutuhan air dalam satu keluarga antara 20 - 100 liter air per hari. Hal ini mengakibatkan sebagian besar warga hanya berharap pada air hujan. **Pulau Pramuka** merupakan pusat administrasi dan pemerintahan kepulauan Seribu. Pulau Pramuka termasuk ke dalam Kelurahan Pulau Panggang. **Pulau Tidung** terbagi dua yaitu, Pulau Tidung Besar dan Pulau Tidung Kecil. **Pulau Lancang** merupakan pusat pemerintahan Kelurahan Pulau Pari, Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan.

METODE

Metode isotop alam adalah metode yang menggunakan isotop yang terdapat di alam atau yang terjadi di alam. Dalam penelitian ini digunakan isotop alam ^{18}O , ^2H (deuterium) dan ^{14}C .

Metode isotop alam ^{18}O dan ^2H

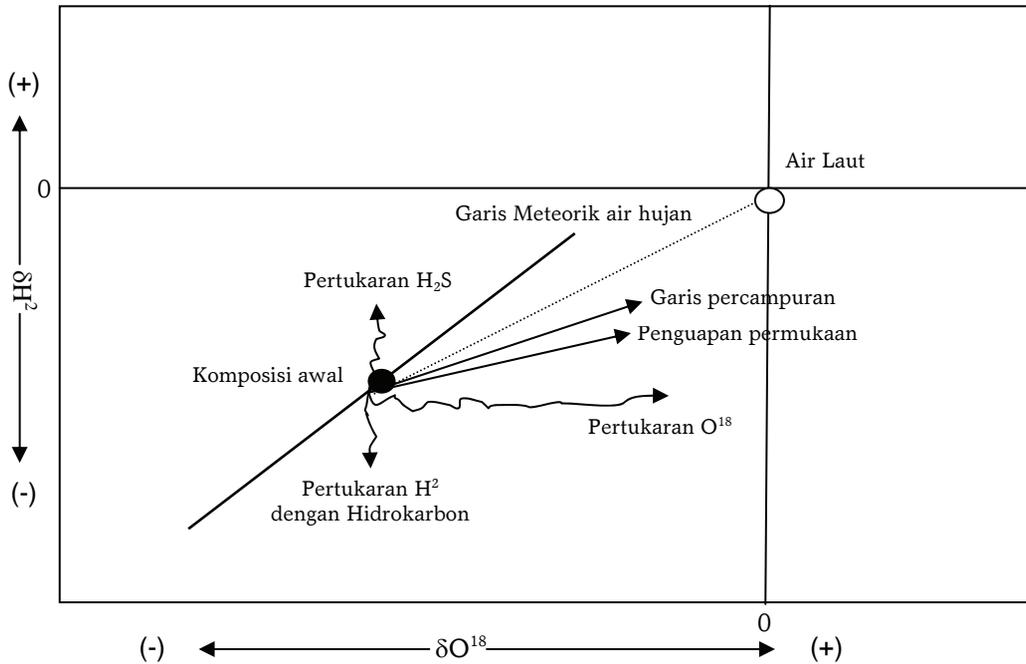
Dengan berkembangnya peralatan spektrometer massa sekitar tahun 1950, penelitian dengan isotop stabil menjadi sangat berkembang karena alat ini dapat mengukur rasio kelimpahan isotop dengan akurasi tinggi. Dalam hal ini yang sangat menarik bagi ahli adalah rasio isotop-isotop molekul air seperti $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dan $^2\text{H}/^1\text{H}$. Rasio yang dikur adalah rasio relatif yang diberi simbol dengan delta (δ) yang merupakan perbedaan relatif antara sampel dan standar internasional SMOW (*Standard Mean Ocean Water*);

$$\delta \left(\text{‰} \right) = \left\{ \frac{R - R_{std}}{R_{std}} \right\} \times 1000 \dots\dots\dots 1$$

dimana : R adalah rasio isotop $^2\text{H}/^1\text{H}$ atau $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dari sampel, dan
 R_{std} adalah rasio isotop $^2\text{H}/^1\text{H}$ atau $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dari standar

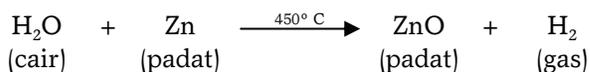
Perbedaan titik beku dan tekanan uap dari isotop air ini memberikan perbedaan konsentrasi ^{18}O dan ^2H dalam air untuk bermacam-macam tempat dalam siklus hidrologi. Kandungan isotop suatu senyawa berubah bila terjadi proses evaporasi, kondensasi, pembekuan, pencairan, reaksi kimia atau proses biologi yang umum dikenal dengan fraksinasi isotop. Komposisi atau kandungan ^{18}O dan ^2H air tanah akan terletak sepanjang garis meteorik lokal (air hujan), Untuk air tanah karena berasal dari infiltrasi air hujan ke dalam tanah, kecuali air tanah tersebut mengalami perubahan misalnya mengalami pertukaran ^{18}O karena melewati magma, pencampuran atau telah mengalami proses penguapan, maka grafik hubungan ^{18}O dan ^2H akan

menyimpang dari garis lurus air hujan. Garis penyimpangan dari masing-masing proses perubahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Perubahan komposisi isotop ¹⁸O dan ²H alam melalui berbagai proses

Proses pengukuran dan analisis ²H dilakukan dengan cara mereaksikan sampel air sebanyak 10 µl dengan 0,25 gram Zn aktif pada temperatur 450 °C selama 30 menit. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Contoh yang diambil dari lapangan dijaga agar tidak terjadi penguapan dengan cara menutup sampel dengan tutup botol kedap udara. Dengan demikian diharapkan nilai kandungan ²H tidak mengalami pengkayaan akibat penguapan selama dalam perjalanan dan penyimpanan. Sedangkan untuk menentukan kandungan ¹⁸O dalam

sampel air dilakukan dengan metode Epstein dan Mayeda, yaitu dengan cara mengukur gas CO₂ hasil reaksi kesetimbangan pertukaran isotop H₂O cair dengan gas CO₂. Contoh air yang direaksikan dengan gas CO₂ adalah sebanyak 2 ml dan dikocok selama 8 jam. Proses reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi dilakukan dengan ISOPREP-18 secara otomatis setiap perlakuan berisi 24 sampel termasuk 2 buah standar kerja. Gas CO₂ hasil kesetimbangan diukur menggunakan Spektrometer Massa SIRA-9 secara simultan, berurutan yang dihubungkan langsung dengan ISOPREP-18 serta menggunakan pengendali komputer. Hasil pengukuran berupa rasio isotop O¹⁸/O¹⁶ terhadap Spektrometer Massa, untuk kemudian dikoreksi terhadap standar V-SMOW. Hasil analisis kandungan O¹⁸ dinyatakan dalam satuan permill (‰) vs V-SMOW, dengan mengetahui komposisi isotop ¹⁸O dan ²H dari air hujan bulanan dan air tanah maka dapat diketahui asal-usul air tanah yang dipelajari.

Pada penelitian mengenai intrusi air laut, estimasi komposisi isotop alam dari air yang telah terintrusi air laut dilakukan dengan menggunakan formulasi pencampuran (*mixing*) antara dua reservoir. Jika air laut pada reservoir 1 dengan komposisi isotop δ₁ dan fraksi f₁ mengintrusi air tanah pada reservoir 2 dengan komposisi isotop δ₂ dan fraksi f₂ maka besarnya komposisi isotop *mixing* dinyatakan dengan :

$$\delta_m = \delta_1 f_1 + \delta_2 f_2 \dots\dots\dots 2$$

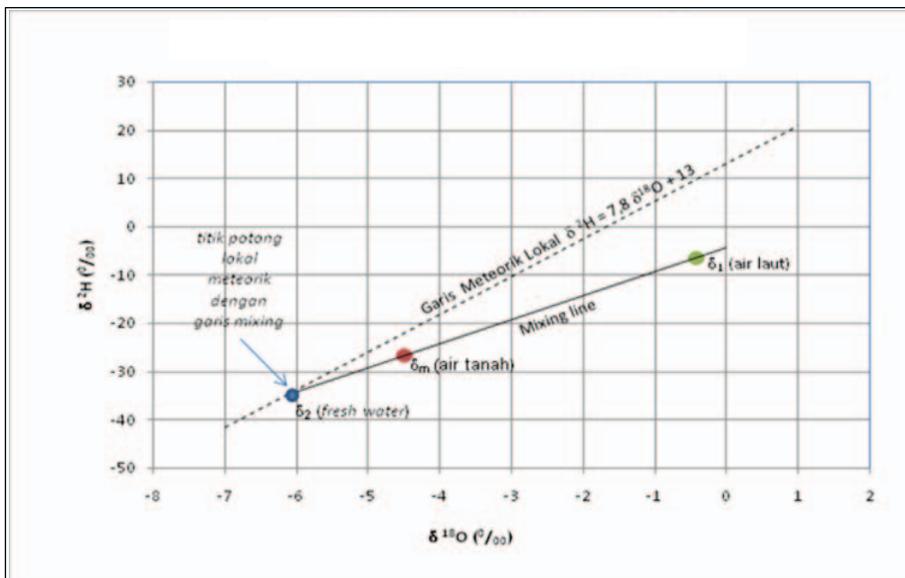
Dalam studi ini besarnya komposisi isotop air laut δ₁, diketahui dari analisis contoh air laut dan komposisi isotop air tercampur δ_m diketahui dari contoh air tanah yang diambil. Sedangkan komposisi isotop air tanah sebelum mengalami pencampuran (*fress water*) δ₂ didapat dari grafik hubungan δ¹⁸O terhadap δ²H yaitu titik potong garis meteorik lokal dengan garis pencampurannya (*mixing line,*) lihat gambar-2. Dengan

memasukkan nilai $\delta^{18}\text{O}$ dan $\delta^2\text{H}$ dari masing-masing sampel air yaitu air tanah dan air laut maka didapat 2 persamaan berikut :

$$\delta_m^{18}\text{O} = \delta_1^{18}\text{O} f_1 + \delta_2^{18}\text{O} f_2 \dots\dots\dots 3$$

$$\delta_m^{2}\text{H} = \delta_1^{2}\text{H} f_1 + \delta_2^{2}\text{H} f_2 \dots\dots\dots 4$$

melalui eliminasi persamaan 3 ke dalam persamaan 4, maka dapat diketahui besarnya fraksi f_1 dan fraksi f_2 , sehingga air laut yang mengintrusi air tanah (f_1) dapat diketahui prosentasenya. Hubungan antara $\delta^{18}\text{O}$ dengan $\delta^2\text{H}$ diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan $\delta^{18}\text{O}$ dengan $\delta^2\text{H}$

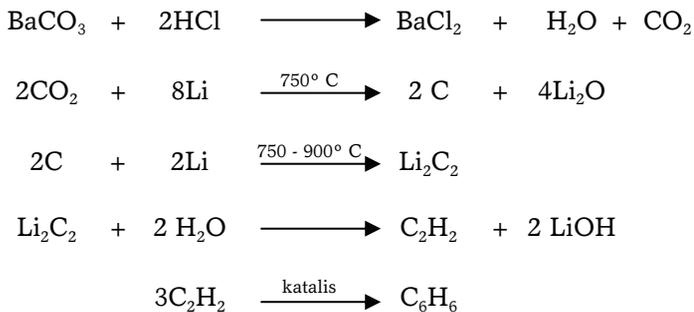
Metode isotop alam ^{14}C

Radioisotop ^{14}C dengan waktu paro 5730 tahun telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian seperti penentuan umur batuan, 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 ^{14}C yang masih terkandung dalam suatu sampel. Nilai ini kemudian dikonversikan menjadi umur setelah dibandingkan dengan standarnya.

Secara garis besar proses analisis ^{14}C untuk sampel air tanah sebagai berikut : preparasi contoh pada alat sintesis benzena, pencacahan sampel, estimasi aktivitas ^{14}C sampel, penentuan umur sampel dan pelaporan umur sampel. Sampel air untuk analisis ^{14}C diambil langsung dari sumbernya untuk menghindari kontaminasi udara. Sebanyak 60 liter contoh air dimasukkan ke dalam tabung pengendap karbonat. Proses pengendapan karbonat dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah larutan kimia seperti $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaOH (bebas CO_2), BaCl_2 dan Praestol dalam kondisi basa. Dari proses ini diperoleh endapan sampel dalam bentuk BaCO_3 . Endapan BaCO_3 yang diperoleh dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis kandungan ^{14}C dan ^{13}C .

Analisis sampel BaCO_3 dilakukan menggunakan alat sintesis benzena melalui beberapa tahapan reaksi sebagai berikut:



Aktivitas ^{14}C dalam senyawa benzena (C_6H_6) dicacah menggunakan alat *Liquid Scintillation Counter* merk Packard 1900TR selama 20 menit 50 putaran. Konversi dari hasil cacahan menjadi umur ditentukan menggunakan rumus:

$$t = \left\{ \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \right\} \times \ln \frac{A_0}{A_t} \dots\dots\dots 5$$

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis contoh air tanah Kepulauan Seribu dapat dilihat pada table-1 dan Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil analisis ^{18}O dan ^2H air tanah dalam di Kepulauan Seribu

No.	Nama contoh	Kedalaman Pengambilan contoh (m)	Komposisi isotop (‰)	
			^{18}O	^2H
1	Air Laut	1	-0,41	-6,40
2	P. Lancang	150	-4,48	-26,6
3	P. Tidung Besar	150	-4,52	-26,1
4	P. Pramuka	150	-3,71	-21,0
5	P. Panggang	150	-4,05	-22,6

Tabel 2. Hasil analisis umur air tanah dalam di Kepulauan Seribu

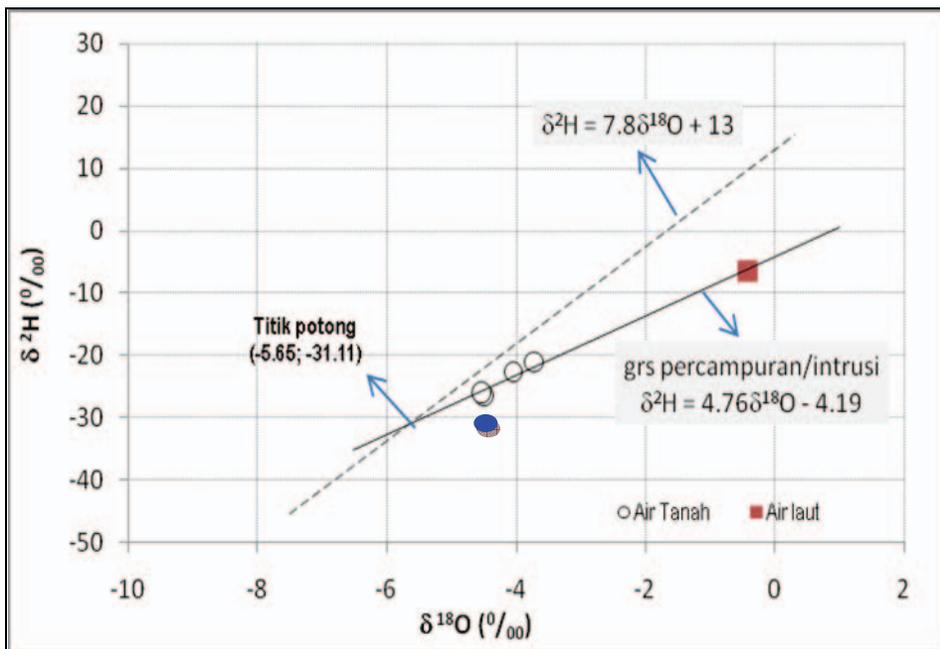
No.	Nama contoh	Kedalaman Pengambilan contoh (m)	Konduktivitas (mS/cm)	Umur (tahun)
1	P. Lancang	150	50,4	23175 ± 760
2	P. Tidung Besar	150	46,2	20925 ± 580
3	P. Pramuka	150	52,2	21525 ± 625
4	P. Panggang	150	52,1	21270 ± 600

Hasil analisis ^{18}O dan ^2H

Hasil penelitian komposisi isotop ^{18}O dan isotop ^2H tampak pada Tabel 1. Dari hasil tersebut terlihat bahwa komposisi isotop air tanah di pulau-pulau yang diamati berada pada kisaran -4,52 sampai -3,71 ‰ untuk isotop ^{18}O , dan untuk komposisi isotop ^2H berada pada kisaran -26,6 sampai -21,0 ‰. Hasil ini menunjukkan bahwa komposisi isotop alam air tanah dari masing-masing pulau telah mengalami pengkayaan (*enrich*). Terjadinya pengkayaan komposisi isotop ^{18}O dan ^2H air tanah dimungkinkan oleh karena adanya penyusupan air laut kedalam aquifer air tanah, akibat pengambilan sumber air tanah yang terus menerus sehingga terjadi kekosongan

dalam aquifer, oleh karena itu pengkayaan komposisi isotop di wilayah Kepulauan Seribu dapat dipastikan akibat adanya intrusi air laut. Indikasi adanya intrusi air laut ini juga didukung dengan hasil pengukuran konduktivitas yang tinggi dari air tanah di ke empat pulau yang diamati yaitu rata-rata sebesar 50,4 mS/cm (5040 μ S/mm).

Grafik hubungan komposisi isotop ^{18}O dengan isotop ^2H dari ke-4 pulau yang diamati dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik komposisi isotop $\delta^{18}\text{O}$ terhadap $\delta^2\text{H}$ air tanah Kepulauan Seribu

Dari grafik pada gambar-3 dapat dilakukan estimasi besarnya prosentase air laut yang telah mengintrusi air tanah di ke-4 pulau tersebut. Jika dari ke-4 titik komposisi isotop dari air tanah dibuat *trendline* garis melalui titik komposisi air laut, maka akan didapat persamaan garis $\delta^2\text{H} = 4,76 \delta^{18}\text{O} - 4,19$. Persamaan garis ini merupakan persamaan garis percampuran/intrusi air laut ke dalam aquifer air tanah, dan memotong garis meteorik lokal di titik (-5,65 ; -31,11). Koordinat titik potong ini

merupakan komposisi isotop awal air tanah (*fresh water*) sebelum mengalami intrusi air laut dan dinyatakan sebagai ($\delta_{fw}^{18}\text{O}$; $\delta_{fw}^2\text{H}$) dengan fraksi ($f_{fw}^{18}\text{O}$; $f_{fw}^2\text{H}$). Sedangkan titik komposisi isotop sampel air tanah dari masing-masing pulau adalah ($\delta_m^{18}\text{O}$; $\delta_m^2\text{H}$), dan komposisi isotop air laut yang telah mengintrusi ke dalam aquifer di ke-4 pulau dinyatakan sebagai ($\delta_{al}^{18}\text{O}$; $\delta_{al}^2\text{H}$) dengan fraksi sebesar ($f_{al}^{18}\text{O}$; $f_{al}^2\text{H}$). Dengan memasukkan variabel-variabel komposisi isotop tersebut ke dalam persamaan-2, maka di dapat dua persamaan baru sebagai berikut :

$$\delta_{(m)i}^{18}\text{O} = \delta_{fw}^{18}\text{O} \cdot f_{fw} + \delta_{al}^{18}\text{O} \cdot f_{al} \dots\dots\dots 6$$

$$\delta_{(m)i}^2\text{H} = \delta_{fw}^2\text{H} \cdot f_{fw} + \delta_{al}^2\text{H} \cdot f_{al} \dots\dots\dots 7$$

Dimana δ_{fw} adalah komposisi isotop air tanah awal (*fresh water*) berdasarkan titik potong garis intrusi dengan garis meteorik lokal, $\delta_{m/i}$ adalah komposisi isotop masing-masing sampel air tanah di ke-4 pulau dan δ_{al} adalah komposisi isotop air laut. Berdasarkan persamaan 6 dan 7, dengan memasukkan hasil analisis komposisi isotop pada tabel-1 di atas, maka untuk sampel air tanah di pulau Pramuka didapat persamaan berikut :

$$-3,71 = -5,65 f_{fw} - 0,41 f_{al} \dots\dots\dots 6$$

$$-2,10 = -31,11 f_{fw} - 6,40 f_{al} \dots\dots\dots 7$$

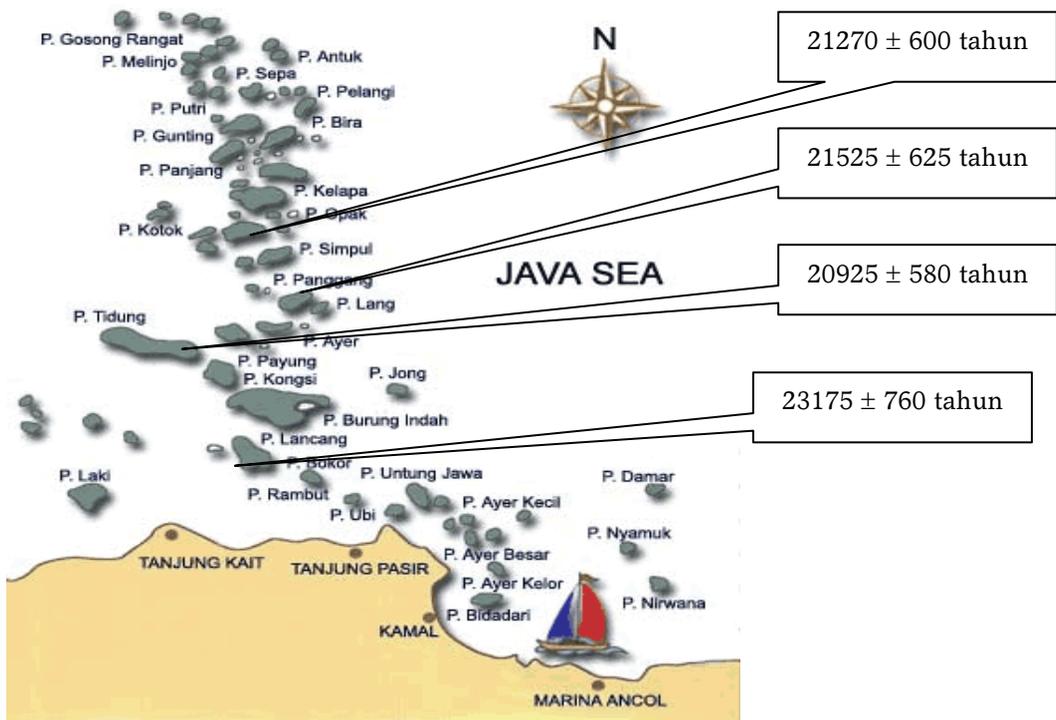
Melalui metode eliminasi persamaan 8 dan 9, dapat diketahui besarnya fraksi air laut (f_{al}) yang mengintrusi masuk kedalam aquifer air tanah di pulau Pramuka sebesar 0,1397 atau 13,97 %. Dengan demikian melalui cara perhitungan yang sama, kita dapat ketahui besarnya fraksi air laut yang telah menyusup masuk ke dalam aquifer air tanah di pulau-pulau lainnya yang diamati. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel-3 di bawah ini.

Tabel 3. Prosesntase intrusi air laut di Kepulauan Seribu

No.	Nama Sampel	Kedalaman Sampling (m)	Prosesntase Intrusi air laut (%)
1	P. Lancang	150	46,64
2	P. Tidung Besar	150	29,26
3	P. Pramuka	150	13,97
4	P. Panggang	150	7,41

Hasil analisis ^{14}C

Hasil analisis kandungan isotop ^{14}C ditunjukkan pada Tabel 2 di atas. Umur air tanah rata-rata berdasarkan hasil analisis air tanah yang disampling di masing-masing pulau, pada ke dalaman sampling 150 meter sebesar 21725,75 tahun. Dilihat dari hasil umurnya, secara umum potensi air tanah pada keempat sumur di Pulau tersebut cukup baik. Akan tetapi dari hasil ini hanya data potensinya saja yang bisa diperkirakan sedangkan aspek kimia yang berhubungan dengan kelayakan untuk konsumsi harus ditinjau dari aspek kimia airnya secara lengkap. Hasil analisis umur air tanah dengan nilai lebih dari 20.000 tahun, mengindikasikan pula bahwa kontribusi air hujan lokal yang masuk ke dalam aquifer air tanah relatif sangat kecil, karena jika air hujan yang masuk ke dalam aquifer cukup besar, maka umur air tanah akan menjadi lebih muda, biasanya berada pada umur kurang dari 1000 tahun. Pada umumnya jika kontribusi air hujan lebih besar dari intrusi air laut maka umur air tanah akan menjadi modern atau berumur dibawah 1000 tahun. Besarnya umur air tanah di masing-masing pulau yang diamati di gugusan Kepulauan Seribu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gugus Kepulauan Seribu dan umur air tanah pada beberapa pulau

KESIMPULAN

Dari hasil analisis baik analisis insitu maupun analisis komposisi isotop alam yang dilakukan di laboratorium PATIR-BATAN dapat disimpulkan bahwa :

1. Air tanah di pulau Panggang, pulau Pramuka, pulau Lancang dan pulau Tidung Besar di Kepulauan Seribu telah mengalami intrusi air laut.
2. Estimasi prosentase intrusi air laut di ke-4 pulau tersebut berkisar antara 7,4 % di pulau Panggang sampai dengan 46,64 % di pulau Lancang.
3. Umur air tanah rata-rata di ke empat pulau yang diteliti sebesar 21725,75 tahun, dimana nilai ini menunjukkan bahwa potensi air tanah masih cukup baik.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kelayakan air tanah untuk dikonsumsi oleh warga masyarakat sekitar oleh Pemerintah Daerah dan dinas terkait lainnya. Serta penting pula untuk memperluas area resapan air hujan untuk memperbesar jumlah penyerapan air hujan lokal di wilayah Kepulauan Seribu.

DAFTAR PUSTAKA

1. J.R. GAT, R. GONFIANTINI, "Stable Isotope Hydrology Deuterium and Oxygen-18 in Water Cycle", Technical Report Series No. 210, IAEA, Vienna (1981).
2. Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Technical Report Series No. 91, IAEA, Vienna (1983).
3. W.G. MOOK, "Environmental Isotope in The Hydrological Cycle", Principles and Applications, Centre Isotope Research Groningen, Vol. I, (2000).
4. UNTERWERGER, M.P., COURSEY, B.M., SCHIMA, F.J., and MANN, W.B., Preparation and calibration of the 1978 national bureau of standards tritiated-water standards, *The International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, **3**, 611-614 (1980).
5. Operation Manual Tri-Carb liquid Scintillation Analyzers Model 1900TR.
6. GUPTA, K., SUSHIL., and HENRY, A., POLACH, Diktat Radiocarbon Dating Practice at ANU.
7. HUT, G., Isotope Hydrology, Diktat Training Course Isotope Hydrology IAEA, 30-41 (1987).
8. Website PEMDA DKI Jakarta, www.kepulauanseribu.net.