

EVALUASI RADIOAKTIVITAS BETA TOTAL, TDS, DAN pH PADA AIR TANAH DI KAWASAN NUKLIR PASAR JUMAT DAN SEKITARNYA

Evaluation of Gross Beta Radioactivities, TDA, and pH in Groundwater Samples at Pasar Jumat Nuclear Area and Surrounding Area

Niken Hayudanti Anggarini*, Megi Stefanus, Taufik Hud, dan Leons Rixson

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan, 12440, Indonesia

*E-mail korespondensi: niken84@batan.go.id

ABSTRAK

Penelitian dan pengembangan bidang nuklir di kawasan nuklir Pasar Jumat (KNPJ) dilakukan dengan pengawasan lingkungan. Salah satu pengawasan lingkungan yang tertuang dalam Rencana Pengelolaan Lingkungan/Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL/RKL) Pusat Penelitian Tenaga Nuklir (PPTN) Pasar Jumat adalah pemantauan kualitas air tanah. Pemantauan kualitas air tanah dilakukan setiap tiga bulan sekali di 10 lokasi dalam lingkungan KNPJ dan sekitarnya. Adanya perubahan kualitas lingkungan akibat kegiatan yang ada di KNPJ perlu diketahui, oleh karena itu evaluasi pemantauan kualitas air tanah untuk mengetahui perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas gross beta, pH, dan TDS berdasarkan tahun dan lokasi perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas gross beta, pH, dan TDS berdasarkan tahun dan lokasi. Pengukuran TDS dan pH dilakukan secara langsung menggunakan alat TDS meter dan pH meter, sedangkan pengukuran gross beta menggunakan alat *Low Background Counter* (LBC) melalui preparasi laboratorium. Evaluasi ketiga variabel berdasarkan lokasi dan tahun menggunakan uji annova 2 faktor menggunakan perangkat lunak *SPSS Statistic 20*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total yang signifikan di tiap lokasi, tetapi tidak menunjukkan adanya perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total yang signifikan pada setiap tahunnya. Lebih lanjut, analisis pada variabel TDS dan pH menunjukkan adanya perbedaan rata-rata nilai TDS dan pH yang signifikan berdasarkan lokasi, tetapi tidak menunjukkan adanya perbedaan rata-rata nilai TDS dan pH yang signifikan pada setiap tahunnya.

Kata kunci: radioaktivitas beta total, TDS, pH, air tanah

ABSTRACT

Nuclear research and development in Pasar Jumat nuclear area (PJNA) requires environmental monitoring. One of the environmental monitoring conducted and contained in Environmental Management Plan/ Environmental Monitoring Plan of the Pasar Jumat Nuclear Power Research Center is ground water quality monitoring. Groundwater quality monitoring is conducted every three months at 10 locations within the PJNA and surrounding area. The vicissitudes in environmental quality due to existing activities at PJNA needs to be identified, therefore evaluation of groundwater quality monitoring to determine differences in the average concentration of gross beta activity, pH, and TDS by year and location necessity to be prepared. Determination of this research is to distinguish consistency of average activity concentration of gross beta, pH, and TDS based on year and location. TDS and pH were measured directly using TDS meter and pH meter, while gross beta measurements used Low Background Counter (LBC) through laboratory preparation. Evaluation of activity concentration of gross beta, pH, and TDS based on location and year using two-way annova test by SPSS Statistic 20 software. The result showed that there was a significant difference in average of activity concentration total beta in each location but did not show any difference in each year. Furthermore, the analysis on TDS and pH variables showed a significant difference in mean TDS and pH values based on location, but did not show any significant difference in mean TDS and pH values annually.

Keywords: gross beta radioactivity, pH, TDS, ground water

PENDAHULUAN

Kawasan Nuklir Pasar Jumat (KNPJ) adalah kawasan nuklir yang terdiri dari 5 satuan kerja, diantaranya Pusdiklat, Pusat Diseminasi dan Kemitraan (PDK), Pusat Teknologi Bahan Galian

Nuklir (PTBGN), Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR), Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR). Kelima satuan kerja ini melakukan penelitian dan pengembangan dalam bidang nuklir. Hal yang menjadi perhatian

adalah lokasi KNPJ yang terletak di tengah kota padat penduduk, sehingga upaya pencegahan, pengendalian, dan penanggulangan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya sangat penting. Upaya tersebut telah dirumuskan di dalam dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan/Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL/RKL) Pusat Penelitian Tenaga Nuklir (PPTN) Pasar Jumat yang saat ini bernama KNPJ.

RPL-RKL KNPJ sudah ada sejak tahun 1998. Dokumen RPL-RKL ini memuat upaya menangani dampak dan memantau komponen lingkungan dan sosial yang terkena dampak. Pemantauan komponen lingkungan yang dilakukan di KNPJ diantaranya adalah kualitas udara, air, tanah dan rumput, serta endapan di saluran pembuangan (RPL/RKL). Pada pemantauan kualitas air, dilakukan pemantauan kualitas air tanah pada beberapa lokasi di dalam lingkungan KNPJ dan sekitarnya. Pemantauan kualitas air tanah adalah penting karena konsumsi air tanah sebagai air minum warga cukup tinggi [1]. Hal ini berdasarkan data BPS yang menyebutkan data terakhir pada tahun 2016 sekitar 14,62 % warga DKI Jakarta yang mengkonsumsi air tanah sebagai air minum [2]. Pemantauan kualitas air tanah berdasarkan RPL-RKL KNPJ dilakukan setiap tiga bulan sekali meliputi pengukuran radioaktivitas gross alfa dan gross beta, pengukuran pH, dan pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS).

Pemantauan kualitas air tanah yang dilakukan secara kontinu harus ditentukan batasan baku mutunya. Batasan baku mutu air tanah mengacu pada persyaratan kualitas air minum yaitu Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Lebih lanjut, pemantauan yang dilakukan secara periodik sebaiknya didukung evaluasi data terkait ada atau tidaknya perbedaan hasil pengukuran tiap tahun dan lokasi. Hal ini dikarenakan perbedaan konsentrasi radionuklida dalam air tanah dapat dipengaruhi oleh *Naturally Occurring Radioactive Material* (NORM) dan radionuklida yang terlepas ke lingkungan dari kegiatan manusia dan sumber radiasi buatan [3]. Perbedaan karakteristik dari akuifer di setiap tempat juga mempengaruhi konsentrasi radionuklida di air tanah, [4]. Berdasarkan hal ini evaluasi pengukuran kualitas air tanah di sekitar KNPJ perlu dilakukan. Evaluasi memiliki pengertian penentuan suatu keputusan tentang nilai berdasarkan hasil pengukuran [5], sehingga

evaluasi pengukuran kualitas air tanah adalah pengambilan kesimpulan dari suatu hasil pengukuran yang sudah dilakukan. Hasil pengukuran kualitas air adalah data yang berjenis rasio, sehingga keputusan yang diambil tentunya berdasarkan uji statistik tertentu sesuai kebutuhan.

Makalah ini bertujuan untuk melakukan evaluasi yaitu mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas gross beta selama 5 tahun dan pengukuran pH, dan pengukuran TDS selama 3 tahun berdasarkan tahun dan lokasi. Evaluasi pada pengukuran gross alfa tidak dilakukan karena rata-rata hasil pengukuran menunjukkan nilai di bawah *Minimum Detection Activity* (MDA) alat.

METODE PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk pengukuran gross beta: HNO₃ 65% dari Merck, H₂SO₄ 97% dari Merck, methanol dari Merck, dan kertas saring kasar.

Alat yang digunakan untuk pengukuran gross beta: gelas kimia, lempeng pemanas merk Wisd, pipet volum, tungku pembakaran, neraca analitik merk Acculab, cawan porselein, *plancet*, *Low Background Counter (LBC)* merk Imatic.

Alat yang digunakan untuk pengukuran pH adalah pH meter merk Metrohm. Alat yang digunakan untuk pengukuran TDS adalah TDS meter merk Lutron YK-22CT.

Tata Kerja

Pengambilan Sampel Air Tanah

Sampel air tanah diambil di 10 lokasi, diantaranya 4 lokasi ada di dalam KNPJ dan 6 lokasi ada di luar KNPJ. Koordinat lokasi pengambilan sampel air tanah ditunjukkan pada Tabel 1 dan ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel air tanah diambil sebanyak 2000 ml dan ditempatkan dalam jerigen plastik. Sampel diukur pH-nya menggunakan alat pH meter dan diukur TDS-nya menggunakan TDS meter. Selanjutnya, sampel diasamkan menggunakan HNO₃ hingga pH-nya mencapai 2 untuk mencegah kehilangan radionuklida akibat serapan oleh dinding jerigen dan mengurangi pertumbuhan mikroorganisme.

Preparasi sampel air tanah

Metode preparasi sampel air tanah menggunakan metode SNI ISO 9697: 2016 tentang Mutu air – Aktivitas beta total dalam air tawar – Metode uji menggunakan sumber tebal.

Sampel air yang sudah sampai di laboratorium di saring menggunakan kertas saring ukuran 10 mikron, selanjutnya diuapkan sampai volumenya ±50 ml. Lebih lanjut, sampel dipindahkan ke cawan porselein yang sebelumnya sudah ditimbang dan ditambahkan H₂SO₄ kemudian dipanaskan kembali sampai

endapannya kering. Endapan yang terbentuk dibakar dalam tungku pembakaran selama 1 jam pada suhu 350 °C. Abu yang dihasilkan ditimbang kemudian dipindahkan dalam planset dan distabilkan menggunakan methanol. Sampel yang sudah stabil dalam planset dicacah menggunakan pencacah LBC dengan detektor semikonduktor.

Tabel 1. Koordinat lokasi pengambilan sampel air tanah

Kode	Lokasi	Koordinat	
		S	E
A6	Kran air PPGN	-6,29599	106,77308
A7	Kran air TU PAIR	-6,29210	106,77347
A8	Kran air PTKMR	-6,29286	106,77454
A9	Kran air Bidang Pertanian	-6,29530	106,77444
A10	Kran air SPBG	-6,29617	106,77294
A11	Kran air rumah penduduk	-6,29176	106,77192
A12	Kran air rumah penduduk	-6,29571	106,77536
A13	Kran air rumah penduduk	-6,29647	106,77390
A14	Kran air rumah penduduk	-6,29130	106,77054
A15	Kran air rumah penduduk	-6,29248	106,77454



Gambar 1. Titik lokasi pengambilan sampel air tanah di KNPJ dan sekitarnya

Evaluasi Data

Data pengukuran konsentrasi aktivitas *gross* beta selama 5 tahun dari tahun 2013 – 2017 dievaluasi menggunakan uji annova 2 faktor. Alasan penggunaan uji ini adalah adanya dua faktor yang dapat berpengaruh pada konsentrasi aktivitas *gross* beta. Faktor tersebut yaitu lokasi pengambilan sampel dan tahun. Analisis annova 2 faktor menggunakan *software* statistik SPSS 20. Tingkat signifikansi (α) yang digunakan adalah 0,05. Hipotesis untuk menguji pengaruh perbedaan lokasi pada konsentrasi aktivitas beta total adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total antara lokasi satu dengan lokasi lainnya; Ha: ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total antara lokasi satu dengan lokasi lainnya.

Hipotesis untuk menguji pengaruh tahun pada konsentrasi aktivitas beta total adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total berdasarkan tahun; Ha: ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total berdasarkan tahun.

Evaluasi nilai pH dan TDS dilakukan pada data selama 3 tahun, yaitu dari tahun 2015-2017. Hal ini disebabkan pengukuran pH dan TDS baru dimulai pada tahun 2015. Evaluasi pH dan TDS menggunakan uji annova 2 faktor karena terdapat dua faktor yang berpengaruh pada pH dan TDS, yaitu lokasi pengambilan sampel dan tahun. Tingkat signifikansi (α) yang digunakan untuk pengujian pada data pH dan TDS adalah 0,05.

Hipotesis untuk menguji pengaruh perbedaan lokasi pada pH air tanah adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata pH air tanah antara lokasi satu dengan lokasi lainnya; Ha: ada perbedaan rata-rata pH air tanah antara lokasi satu dengan lokasi lainnya.

Hipotesis untuk menguji pengaruh tahun pada pH air tanah adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata pH air tanah berdasarkan tahun, Ha: ada perbedaan rata-rata pH air tanah berdasarkan tahun.

Lebih lanjut, hipotesis untuk menguji pengaruh perbedaan lokasi pada TDS air tanah adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata TDS air tanah antara lokasi satu dengan lokasi lainnya; Ha: ada perbedaan rata-rata TDS air tanah antara lokasi satu dengan lokasi lainnya.

Hipotesis untuk menguji pengaruh tahun pada TDS air tanah adalah: Ho: tidak ada perbedaan rata-rata TDS air tanah berdasarkan

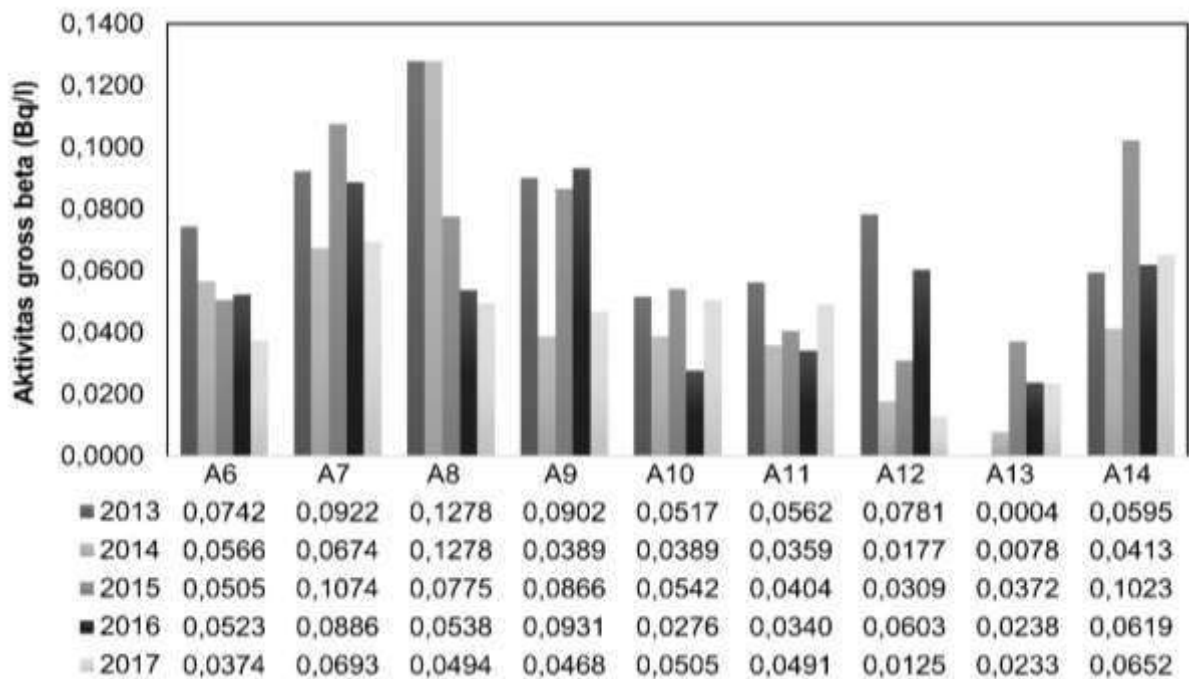
tahun, Ha: ada perbedaan rata-rata TDS air tanah berdasarkan tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Aktivitas *Gross* Beta

Hubungan penelitian ini dengan kegiatan yang sudah dilakukan sebelumnya adalah data konsentrasi aktivitas beta total, pH, dan TDS yang digunakan sebagai dasar evaluasi adalah hasil pengukuran yang dilakukan sebelumnya. Data konsentrasi aktivitas beta total yang digunakan adalah data selama kurun waktu 5 tahun, yaitu tahun 2013-2017. Lebih lanjut, data pH dan TDS yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengukuran selama kurun waktu 3 tahun, yaitu tahun 2015-2017.

Rata-rata konsentrasi aktivitas *gross* beta tiap tahun ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai rata-rata konsentrasi aktivitas *gross* beta bervariasi di setiap lokasi. Pada tahun 2013 rata-rata konsentrasi aktivitas beta total berkisar antara 0,0004 – 0,1278 Bq/l dengan konsentrasi tertinggi di lokasi PTKMR, BATAN (A8) dan terendah adalah rumah penduduk (A13), sedangkan pada tahun 2014 berkisar antara 0,0078 – 0,1278 Bq/l. Pada tahun 2015 rata-rata konsentrasi beta total berkisar antara 0,0309 – 0,1074 Bq/l dengan konsentrasi tertinggi di lokasi TU PAIR, BATAN (A7) dan terendah adalah air tanah rumah penduduk (A12). Lebih lanjut, pada tahun 2016 kisaran rata-rata konsentrasi aktivitas beta total antara 0,0238– 0,0931 Bq/l dengan konsentrasi tertinggi di Bidang Pertanian, PAIR (A9) dan terendah di A13 yaitu rumah penduduk, sedangkan pada tahun 2017 antara 0,0125 – 0,0852 Bq/l dengan konsentrasi tertinggi di rumah penduduk (A15) dan terendah di A12. Pada Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi beta total di setiap lokasi masih di bawah baku mutu yang ditetapkan pemerintah untuk air bersih sebesar 1 Bq/l. Berdasarkan Gambar 2, nilai rata-rata aktivitas beta total bervariasi berdasarkan perbedaan lokasi dan tahun. Nilai ini selanjutnya dianalisis menggunakan uji annova 2 faktor untuk melihat signifikansi perbedaan tersebut. Data hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2, dapat dilihat hasil uji annova 2 faktor menggunakan SPSS untuk variabel tidak terikat “lokasi sampel” didapatkan nilai sig 0. Nilai ini kurang dari nilai $\alpha=0,05$ yang ditetapkan, sehingga H_0 ditolak.



Gambar 2. Konsentrasi aktivitas gross beta setiap lokasi dari tahun 2013 – 2017

Keputusan hasil analisis untuk variabel tidak terikat “lokasi sampel” adalah ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total antara lokasi satu dengan lokasi lainnya. Hal berbeda ditunjukkan pada variabel tidak terikat “tahun” didapatkan nilai sig 0,183. Nilai ini lebih dari nilai $\alpha=0,05$ yang ditetapkan, sehingga H_0 diterima. Keputusan analisis untuk variabel tidak terikat “tahun” adalah tidak ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total berdasarkan tahun.

Konsentrasi aktivitas beta total yang bervariasi pada beberapa lokasi sesuai dengan studi yang telah dilakukan di beberapa negara. Beberapa studi tersebut menunjukkan adanya rentang nilai konsentrasi aktivitas beta total pada tiap lokasi yang berbeda. Tabel 3 menunjukkan nilai konsentrasi aktivitas beta total pada

beberapa negara. Lebih lanjut, perbedaan aktivitas beta total di tiap lokasi tidak disebabkan karena pengaruh aktivitas di KNPJ. Hal ini berdasarkan hasil uji yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total berdasarkan tahun secara signifikan.

Tabel 2. Analisis uji annova 2 faktor untuk rata-rata konsentrasi aktivitas beta total

Variabel tidak terikat	Variabel terikat*	Mean square	Sig.
Lokasi sampel	Rata-rata gross beta	0,011	0,000
Tahun	Rata-rata gross beta	0,004	0,183

* Variabel terikat: rata-rata gross beta total

Tabel 3. Konsentrasi aktivitas beta total di beberapa negara

Negara	Aktivitas gross beta (Bq/l)	Rata-rata	Keterangan
Turki [6]	0,120 – 3,470	0,579	-
India [7]	0,146 – 0,108	-	-
Indonesia [8]	0,09±0,06 – 0,39±0,08	-	Yogyakarta, sekitar reaktor Kartini
China [9]	0,067 – 0,320 0,060 – 0,334	-	musim dingin musim panas dan gugur
Saudi Arabia [10]	0,480 – 5,160	2,600	area dengan radiasi alam tinggi

TDS dan pH

Pengukuran TDS dan pH dilakukan sebelum sampel air dipreparasi. Pengukuran ini mulai dilakukan secara periodik dari mulai tahun 2015. Hal ini menyebabkan evaluasi data TDS dan pH hanya berasal dari data selama 3 tahun, yaitu dari tahun 2015-2017. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, dapat dibuat grafik nilai TDS dan pH sesuai Gambar 3 dan Gambar 4.

Rata-rata nilai TDS tiap tahun ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai rata-rata TDS bervariasi di setiap lokasi dan setiap tahunnya. Pada tahun 2015, rata-rata TDS berkisar antara 76,75 -141,25 mg/l dengan nilai TDS terendah di lokasi A13 dan tertinggi adalah air tanah di SPBG (A10), sedangkan pada tahun 2016 berkisar antara 84 – 147 mg/l. Pada tahun 2016 nilai TDS terendah di lokasi rumah penduduk (A13) dan tertinggi di rumah penduduk yaitu lokasi A14. Lebih lanjut, pada tahun 2017, rata-rata TDS berkisar antara 73 – 160,5 dengan nilai TDS terendah di lokasi A13 dan tertinggi adalah lokasi A15. Nilai TDS yang terukur pada semua lokasi di tiap tahunnya masih di bawah baku mutu parameter fisik yang ditetapkan pemerintah yaitu 500 mg/l. Menurut WHO nilai TDS lebih dari 1500 mg/l dapat merusak sifat air minum dan konsentrasi TDS lebih dari 1000 mg/l dapat membuat kerak di pipa air, pemanas, dan peralatan rumah tangga [3].

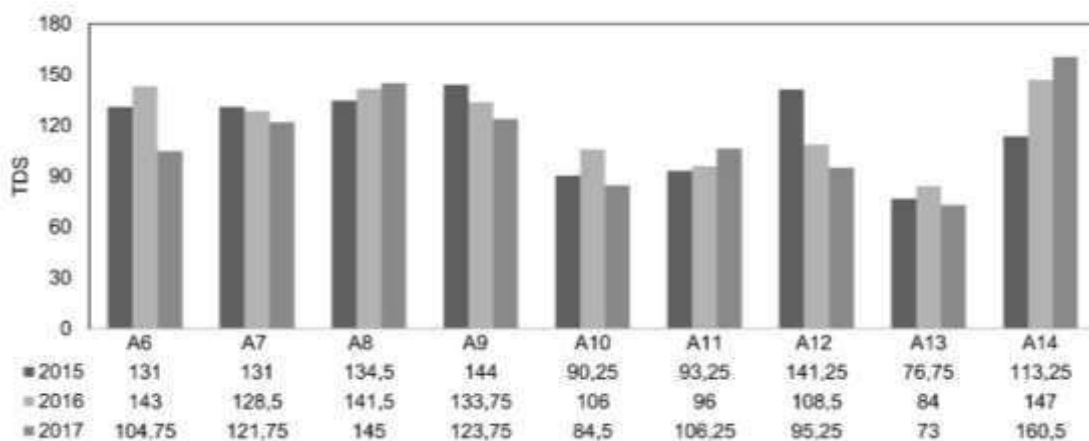
Gambar 4 ditunjukkan rata-rata nilai pH air tanah di KNPJ dan sekitarnya tiap tahun. Nilai rata-rata pH menunjukkan adanya perbedaan di setiap lokasi dan setiap tahunnya. Pada tahun 2015, rata-rata pH di setiap lokasinya berkisar antara 6,52–7,29 dengan nilai pH terendah di lokasi A13 dan tertinggi adalah air tanah di SPBG (A10), sedangkan pada tahun 2016 berkisar antara

6,60 – 7,20. Pada tahun 2016 nilai rata-rata pH di tiap lokasi terendah ada di lokasi A13 dan tertinggi di kran air Bidang Pertanian, PAIR (A9). Lebih lanjut, pada tahun 2017, rata-rata pH di tiap lokasi berkisar antara 6,61 – 7,08 dengan nilai rata-rata pH terendah di lokasi A15 dan tertinggi adalah air tanah di Bidang Pertanian, PAIR (A9).

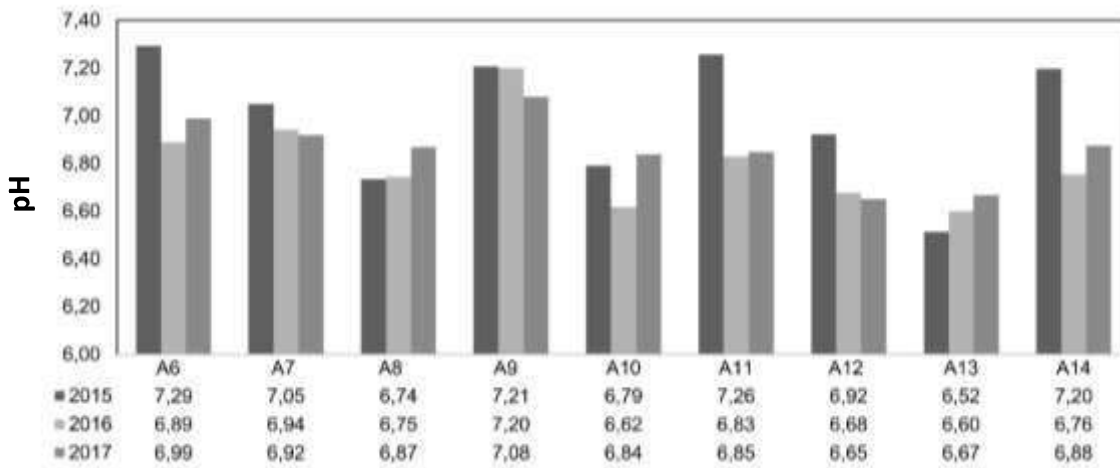
Berdasarkan WHO, kisaran nilai pH yang disarankan untuk sumber air minum adalah 6,5-8,5 [3], sehingga nilai pH air tanah di KNPJ dan sekitarnya cenderung sedikit asam sampai netral. Berdasarkan WHO, nilai pH kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,2 dapat merusak sifat air minum, walaupun tidak secara langsung berefek pada kesehatan manusia; namun demikian, semakin tinggi nilai pH dapat meningkatkan kemungkinan karat pada pipa besi dan mengurangi fungsi klorida sebagai desinfektan [3].

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, nilai rata-rata tahunan TDS dan pH air tanah di KNPJ dan sekitarnya terdapat perbedaan berdasarkan lokasi dan tahun. Nilai ini selanjutnya dianalisis menggunakan uji annova 2 faktor untuk melihat signifikansi perbedaan tersebut. Data hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan hasil uji annova 2 faktor dengan variabel terikat TDS dan variabel tidak terikat lokasi sampel memiliki nilai sig. 0. Nilai ini kurang dari $\alpha=0,05$, sehingga H_0 ditolak. Kesimpulan uji ini dengan variabel terikat “TDS” dan variabel tidak terikat “lokasi sampel” adalah ada perbedaan rata-rata nilai TDS yang signifikan pada setiap lokasi. Lebih lanjut, nilai sig. pada variabel terikat “pH” dan variabel tidak terikat “lokasi sampel” adalah 0,018 kurang dari $\alpha=0,05$, sehingga H_0 ditolak.



Gambar 3. Rata-rata TDS air tanah di KNPJ dan sekitarnya dari tahun 2015-2017



Gambar 4. Rata-rata pH air tanah di KNPJ dan sekitarnya dari tahun 2015-2017

Tabel 4. Analisis uji annova 2 faktor untuk rata-rata konsentrasi aktivitas gross beta

Variabel tidak terikat	Mean square		Sig.	
	TDS	pH	TDS	pH
Lokasi sampel	5418,319	0,404	0,000	0,018
Tahun	388,675	0,241	0,403	0,247

* Variabel terikat: TDS dan pH

Kesimpulan uji ini adalah terdapat perbedaan yang signifikan pada rata-rata pH di setiap lokasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aghazadeh, bahwa perbedaan kualitas air tanah di setiap lokasi disebabkan pada beberapa faktor, yaitu perbedaan geologi, jenis batuan di lokasi, dan kualitas air rembesan [11]. Tabel 2 juga menunjukkan hasil analisis dengan variabel tidak terikat “tahun” dan variabel terikat “TDS” dan “pH”. Pada variabel tidak terikat “TDS” dan “pH” didapatkan nilai sig. masing-masing adalah 0,403 dan 0,247 lebih dari $\alpha=0,05$, sehingga H_0 ditolak. Kesimpulan yang didapatkan adalah tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai TDS dan pH pada setiap lokasi berdasarkan perbedaan tahun.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi konsentrasi aktivitas gross beta, TDS dan pH air tanah yang diambil di 10 titik lokasi dalam KNPJ dan sekitarnya menunjukkan hasil masih di bawah baku mutu air minum yang ditetapkan pemerintah. Analisis menggunakan uji annova 2 faktor menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total yang signifikan di tiap lokasi, tetapi tidak

menunjukkan adanya perbedaan rata-rata konsentrasi aktivitas beta total yang signifikan pada setiap tahunnya. Lebih lanjut, analisis pada variabel TDS dan pH menunjukkan adanya perbedaan rata-rata nilai TDS dan pH yang signifikan berdasarkan lokasi, tetapi tidak menunjukkan adanya perbedaan rata-rata nilai TDS dan pH yang signifikan pada setiap tahunnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bidang Keselamatan Kerja dan Lingkungan (KKL) PAIR-BATAN, Subbidang Pengelolaan Limbah dan Keselamatan Lingkungan (PLKL) yang telah memberikan saran, fasilitas, dan peralatan untuk kelancaran kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Samsuhadi, “Pemanfaatan Air Tanah Jakarta”, *J. Air Indonesia*, vol. 5, no. 1, 2009.
- [2]. BPS, “*Persentase Rumah Tangga menurut Provinsi dan Sumber Air Minum 2000-2016*”.
- [3]. WHO, *Guidelines for drinking water quality 4th edition*, Switzerland: WHO, 2011.
- [4]. Abd El-Mageed, A. I., A. E. El-Kamel, A. E. Abbady, S. Harb, I. I. Saleh, “Natural radioactivity of ground and hot spring water in someareas in Yemen”, *J. Desalination*, 28-31, 2013.
- [5]. Wulan, A. R., Pengertian dan esensi konsep evaluasi, asesmen, tes, dan pengukuran”, J.

- FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, 2001.
- [6]. Turhan, Ş., E. Özçitak, H. Taşkin, A. Varinlioğlu, “Determination of natural radioactivity by gross alpha and betha measurement in ground water samples”, *J. Water Research*, vol. 47, 3103-3108, 2013.
- [7]. Sarvajayakesavalu, S., D. Lakshminarayanan, J. George, S. B. Magesh, *et al.*, “Geographic information system mapping of gross alpha/beta activity concentrations in ground water samples from Karnataka, India: A preliminary study”, *J. Groundwater for Sustainable Development*, vol. 6, 164-168, 2018.
- [8]. Siswanti, A. A. Munandar, “*Pemantauan radioaktivitas beta total sampel air lingkungan di sekitar Reaktor Kartini tahun 2011*”, Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir, PTAPB-BATAN, 2013.
- [9]. Miao, Xiao-Xiang, Y. Q. Ji, X. Z. Shao, H. Wang, Q. F. Sun, Xu Su, “Radioactivity of drinking water in the Vicinity of Nuclear Power Plants in China based on a large-scale monitoring study”, *J. Environmental research and public health*, 10(12), 6863-6872, 2013.
- [10]. Shabana, E. I., A. A. Kinsara, “Radioactivity in groundwater of a high background radiation area”, *J. Environmental Radioactivity*, vol. 137, 181-189, 2014.
- [11]. Aghazadeh, N., A. A. Mogaddam, “Assessment of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural uses in the Oshnavieh Area, Northwest of Iran”, *J. Environmental Protection*, vol. 1, 30-40, 2010.

PERTANYAAN SAAT PRESENTASI

- Tidak ada pertanyaan