

^{210}Po DAN ^{210}Pb DI PERSEKITARAN MARIN STESEN JANAKUASA ELEKTRIK KAPAR SELANGOR

Che Abd. Rahim Mohamed, Zaharuddin Ahmad* & Tan Yi Seong

Pusat Pengajian Sains Sekitaran & Sumber Alam, Fakulti Sains & Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

*Institut Penyelidikan Nuklear Malaysia, Bangi, 43000 Kajang, Selangor

Abstrak: Aktiviti radionuklid tabii iaitu ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra di dalam sedimen marin di sekitar stesen janakuasa Sultan Abdul Aziz Kapar Selangor telah diukur pada dua puluh satu stesen terpilih. Julat aktiviti ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra masing-masing adalah dari 0.949 dpm/g hingga 5.610 dpm/g, 0.089 dpm/g hingga 2.158 dpm/g dan 0.06 dpm/g hingga 3.244 dpm/g, dengan turutan aktiviti $^{210}\text{Po} > ^{210}\text{Pb} > ^{226}\text{Ra}$. Pada umumnya, aras aktiviti bagi stesen yang terletak di muara, pinggir pantai dan kawasan buangan adalah tinggi kerana kawasan ini menerima input secara terus dari stesen janakuasa. Aras yang diperolehi bagi ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra adalah masih lagi selamat untuk marin ekosistem.

Abstract: The natural radionuclides ^{210}Po , ^{210}Pb and ^{226}Ra activities in the marine sediment around Sultan Abdul Aziz Power Station, Kapar, Selangor were determined at twenty-one selected stations. The range activities of ^{210}Po , ^{210}Pb and ^{226}Ra determined were from 0.949 dpm/g to 5.610 dpm/g, 0.089 dpm/g to 2.158 dpm/g and 0.06 dpm/g to 3.244 dpm/g, respectively, with activities patterns as $^{210}\text{Po} > ^{210}\text{Pb} > ^{226}\text{Ra}$. Generally, the level activity for stations located at the estuary, coastal line and outfall of effluent were high because those areas direct received input from the Power Station. The obtained level of ^{210}Po , ^{210}Pb and ^{226}Ra were still safe for marine ecosystem.

Keyword: ^{210}Pb , ^{210}Po , sediment, Kapar Power Station

Pengenalan

Siri pereputan uranium dan torium boleh terbentuk daripada bahan lignit. Pembakaran bahan lignit boleh mendedahkan manusia kepada sinaran radionuklid tabii. Pembebasan bahan terampai ke udara oleh stesen janakuasa elektrik yang menggunakan bahan bakar daripada arang batu boleh menambah kandungan radioisotop (contohnya; ^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Pb dan ^{210}Po , ^{232}Th , ^{228}Ra dan ^{228}Th) di ruang udara [1,2]. Ini akan menyebabkan penduduk di sekitar stesen janakuasa terdedah dengan sinaran radioaktif.

Aras radionuklid semulajadi dalam persekitaran akuatik boleh jadi bertambah oleh lepasan buangan industri. Bagi industri bukan nuklear seperti proses bijih fosfat, penghasilan kandungan buangannya mengandungi kepekatan ^{226}Ra , ^{210}Pb dan ^{210}Po yang tinggi [3, 4]. Kitaran persekitaran radionuklid terutamanya bagi ^{210}Po adalah paling diminati memandangkan sumbangannya yang tinggi untuk dos dedahan kepada manusia melalui makanan [5].

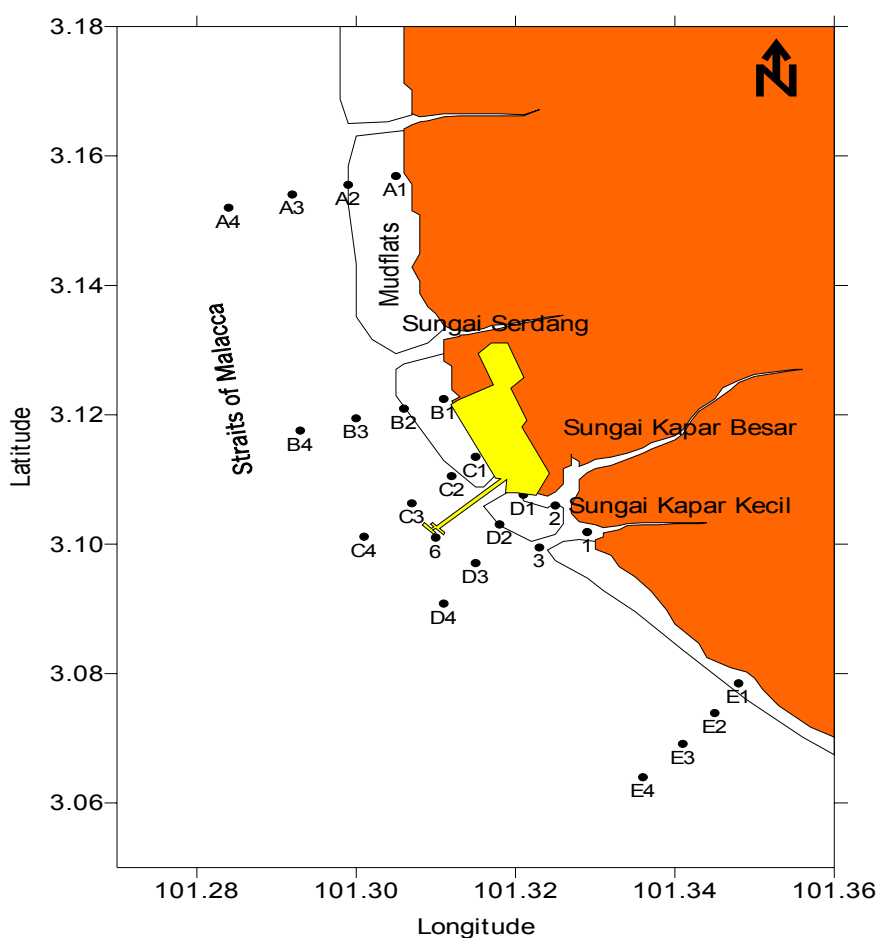
Banyak kajian kandungan radionuklid dalam sisa fosfat di zon estuary dan pantai telah dijalankan di negara Eropah [3, 4, 6, 7, 8]. Kesukaran yang utama didapati dalam menganggar ^{222}Ra , ^{210}Pb dan ^{210}Po daripada buangan sisa fosfat adalah jumlah kecil bagi data pada biogeokimia radionuklid ini dalam estuari. Oleh itu pemahaman yang lebih lanjut tentang taburan dan ciri radionuklid ini adalah diperlukan untuk pentafsiran paras radioaktif yang bertambah dan termasuk juga untuk ramalan fluks dan pemendapan radionuklid dalam ekosistem muara dan pantai. Matlamat penyelidikan ini ialah untuk mengetahui kepekatan siri uranium-torium di kawasan marin Stesen Janakuasa yang boleh memberi kesan terhadap kesihatan kepada penduduk yang berdekatan.

Pensampelan dan penganalisaan

Sebanyak dua puluh satu stesen persampelan sediment di persekitaran marin stesen janaelektrik Sultan Salahuddin Abdul Aziz telah ditentukan. Kedudukan stesen persampelan ini dibahagikan kepada empat sub-stesen bagi setiap transek iaitu dari pantai menuju ke laut dan satu stesen di muara Sungai Kapar Besar (Rajah 1). Persampelan sediment ini dilakukan dengan menggunakan turus graviti yang berdiameter 4.7 cm. Turus sediment yang dipungut, dipotong dengan ketebalan 3 cm bagi setiap stesen kecuali stesen E1 dengan ketebalan 5 cm dan kemudian dimasukkan ke dalam beg plastik yang telah dilabelkan dengan nombor stesen, tarikh dan lokasi. Sampel-sampel ini dibawa ke makmal untuk analisis seterusnya.

Di makmal, sample tersebut dikeringkan pada suhu 60°C sehingga menjadi kering. Sampel sediment yang telah kering dihancurkan dengan menggunakan motar untuk mengasingkan cengkerang kerang dan butiran yang tidak perlu. Kemudian sediment berkenaan diayak untuk mendapatkan saiz butiran $125\ \mu\text{m}$ dan ia digunakan di dalam analisis kandungan keradioaktifan. Sebanyak 2 g sampel digunakan semasa penghadaman dengan campuran asid nitric (HNO_3 65%), asid perklorik (HClO_4 70%) dan asid hidroflik (HF). Penyurih ^{209}Po (25.49 dpm/g) dimasukkan ke dalam sampel untuk pengiraan aktiviti radionuklid yang dikaji. Sedimen piawai (*standard reference* IAEA 368) juga digunakan dalam ujikaji ini.

Kepingan perak (2 cm x 2 cm) digunakan untuk pemendapan isotop polonium dan torium. Penentuan aktiviti ^{210}Po dan ^{210}Pb dilakukan dengan Spektrometer alfa jenis EG & G dengan model 676-A. ALPHA-KING™.



Rajah 1. Kawasan persampelan sediment di persekitaran marin Stesen Janakuasa Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah

Keputusan & Perbincangan

Aktiviti ^{210}Po dan ^{210}Pb di dalam sedimen di persekitaran marin stesen janakuasa Sultan Salahuddin Abdul Aziz (SSAA), Kapar, Selangor yang diperolehi adalah berbeza mengikut lokasi pensampelan. Sebelum keujudan SSAA kawasan ini ialah kawasan paya bakau dan didapati sedimen di kawasan kajian adalah berwarna hitam kelabu serta berbau busuk.

i. Taburan aktiviti ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra di persekitaran marin

Secara umumnya, aktiviti ^{210}Po adalah tinggi berbanding dengan aktiviti ^{210}Pb dan ^{226}Ra di stesen A1 hingga A4 (Rajah 2A). Aktiviti ^{210}Po adalah tinggi akibat daripada bahan terampai yang dibawa oleh aliran sungai semasa memasuki lautan [9, 10]. Di transet A, didapati aktiviti ^{226}Ra adalah lebih tinggi daripada ^{210}Pb kecuali di stesen A3. Didapati stesen A3 mempunyai keaktifan ^{210}Pb yang tinggi daripada keaktifan ^{226}Ra dan ini menunjukkan terdapat lebihan ^{210}Pb (*excess ^{210}Pb*) iaitu ^{210}Pb mengalami keseimbangan yang lebih dari induknya [11]. Semasa proses pasang-surut lebihan ^{210}Pb yang terlarut dalam turus air akan terhasil secara in-situ pada stesen berkenaan [12].

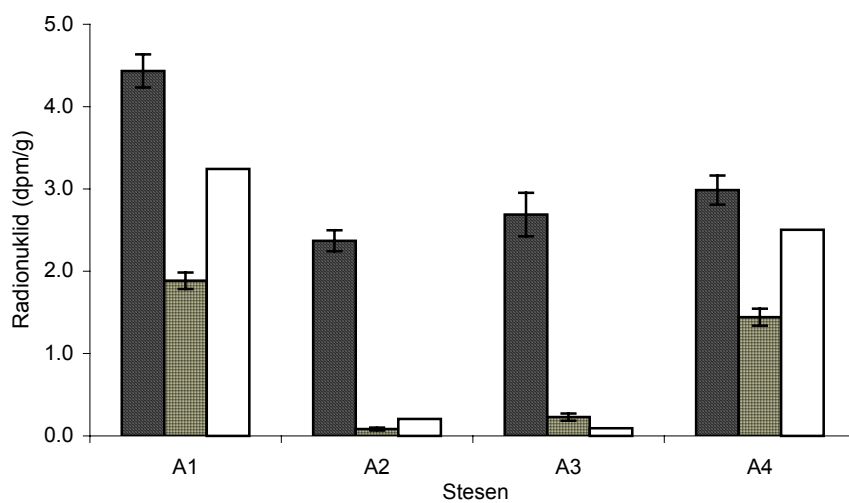
Transet B terletak jauh dari aliran atau gangguan sungai tetapi berhampiran dengan aliran buangan stesen janakuasa (Rajah 1). Aktiviti ^{210}Po masih lagi merupakan aktiviti yang tertinggi antara ketiga-tiga radionuklid yang dikaji (Rajah 2B). Ia dipengaruhi oleh kehadiran bahan partikulat yang dibawa oleh aliran bahan kumbahan stesen janakuasa. Menurut Lewis dan Landing [13] kehadiran bahan partikulat yang mengandungi sebatian organik akan meningkatkan aktiviti ^{210}Po dipermukaan sedimen. Didapati pada transet ini juga aktiviti ^{210}Pb adalah lebih tinggi daripada aktiviti ^{226}Ra kerana ^{210}Pb boleh juga terhasil daripada induknya (^{226}Ra) atau ^{222}Rn di atmosfera [11].

Transet C terletak berhampiran dengan jeti dan di dapati aktiviti ^{210}Po juga tinggi berbanding dengan aktiviti lain yang dikaji (Rajah 2C). Kewujudan Fe dan Mn adalah tinggi dikawasan ini [14] yang disebabkan oleh kemasukan arang batu secara terus dari jeti semasa pemindahan arang batu dari kapal ke stesen janakuasa dan kehadiran Fe yang tinggi akan memerangkap atau mengumpul partikulat yang mengandungi radionuklid di kawasan tersebut [15]. Manakala transet D adalah kawasan yang terdedah kepada input air panas dan kumbahan secara terus dari stesen janakuasa. Aktiviti radionuklid di transet ini (Rajah 2D) adalah hampir seragam seperti aktiviti di transet C. Faktor air panas yang dikeluarkan oleh stesen janakuasa itu tidak dapat mempengaruhi kandungan radionuklid di permukaan sedimen kerana kawasan kajian adalah aktif dengan proses pasang surut. Kajian yang teliti perlu dilakukan untuk menentukan adakah kenaikan suhu mempengaruhi aktiviti radionuklid tabii.

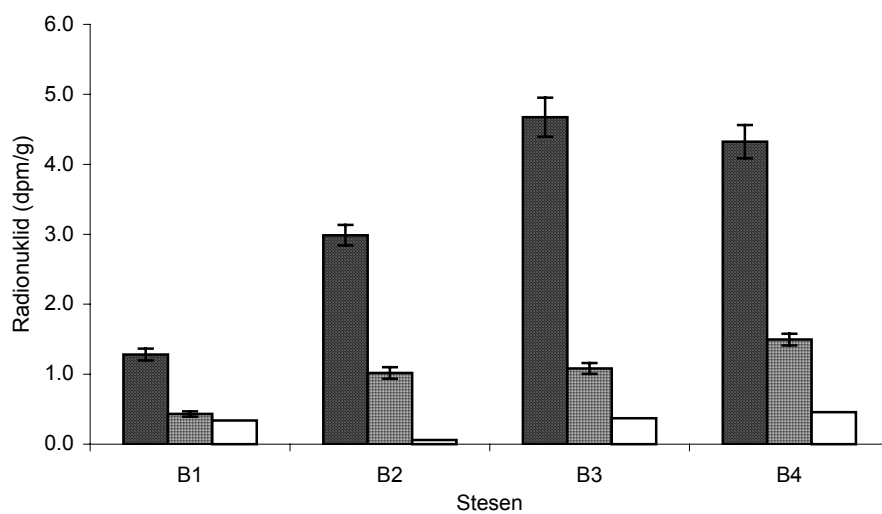
Transet E terletak jauh dari stesen janakuasa dan ia digunakan sebagai perbandingan dengan kawasan yang berhampiran dan dipengaruhi oleh output stesen janakuasa. Keadaan transet E adalah bergantung kepada sedimen yang diangkut dari kawasan paya bakau yang mengandungi sebatian organik ataupun partikulat karbon organik yang lebih giat bersekutu atau bergabung dengan ^{210}Po [4]. Justeru itu didapati aktiviti radionuklid yang dikaji adalah tidak seragam seperti transet yang lain (Rajah 2E). Manakala stesen St.2 adalah terletak di muara atau zon percampuran air tawar dengan air masin ini mempamerkan turutan aktiviti radionuklid yang tersusun (Rajah 2F). Apabila diperhati dalam setiap lapisan sedimen, aktiviti ^{210}Po adalah tertinggi diikuti oleh ^{210}Pb dan ^{226}Ra . Aktiviti ^{210}Po dan ^{210}Pb lebih tinggi berbanding dengan ^{226}Ra kerana proses pengangkutan ke atas ^{210}Po dan ^{210}Pb di dalam turus air telah berlaku akibat perubahan saliniti [10].

ii. Pengurusan dan kawalan ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra dalam sedimen marin

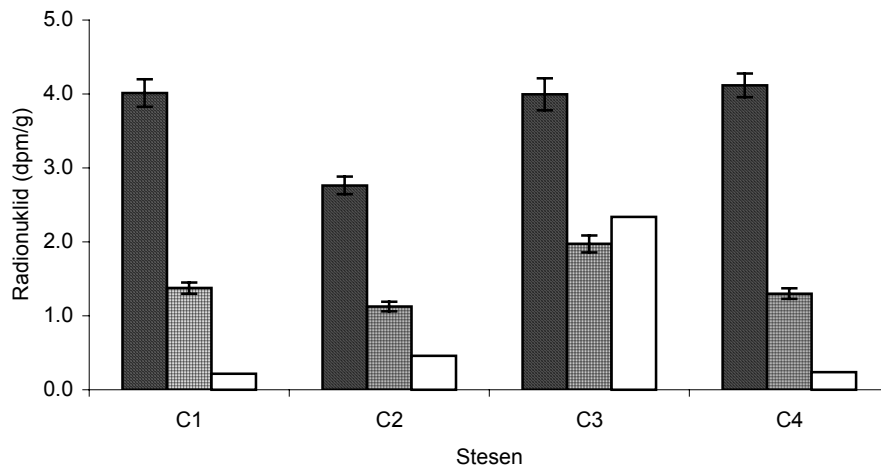
Aktiviti ^{210}Po dan nuklid induknya ^{210}Pb adalah ahli siri reputan uranium yang wujud semulajadi. Di dalam sistem marin, mereka mempunyai keaktifan yang tinggi dan kecenderungan untuk bersekutu dalam fasa partikulat. ^{210}Pb juga boleh dihasilkan oleh pereputan ^{226}Ra di dalam turus air. Di kawasan air cetek, sumber utama kemasukan ^{210}Pb adalah melalui atmosfera yang terbentuk daripada pereputan ^{222}Rn . Hampir semua ^{210}Po di dalam air laut dihasilkan oleh pereputan ^{210}Pb secara proses *in situ*. Didapati ^{210}Po adalah lebih aktif secara biologi dan dikitar lebih berkesan daripada ^{210}Pb .



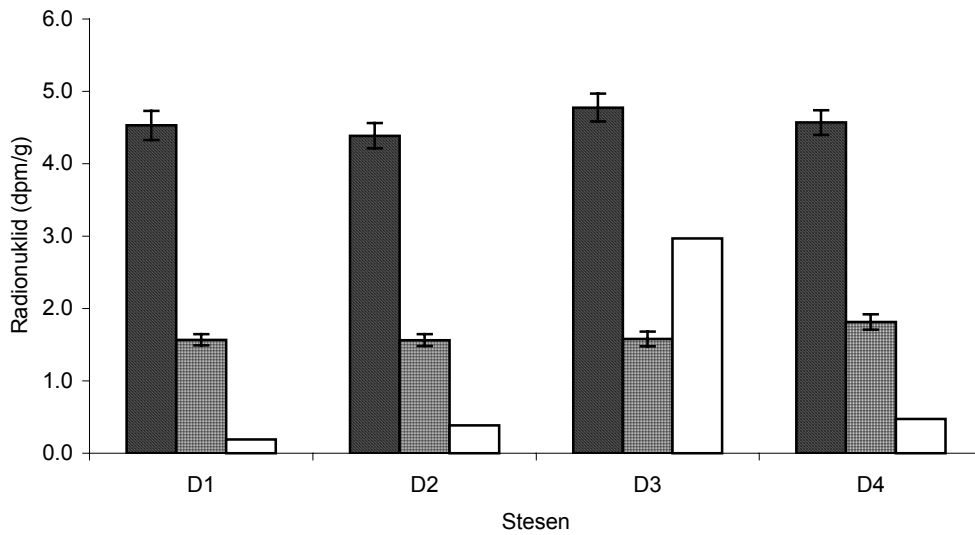
Rajah 2A. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi transet A



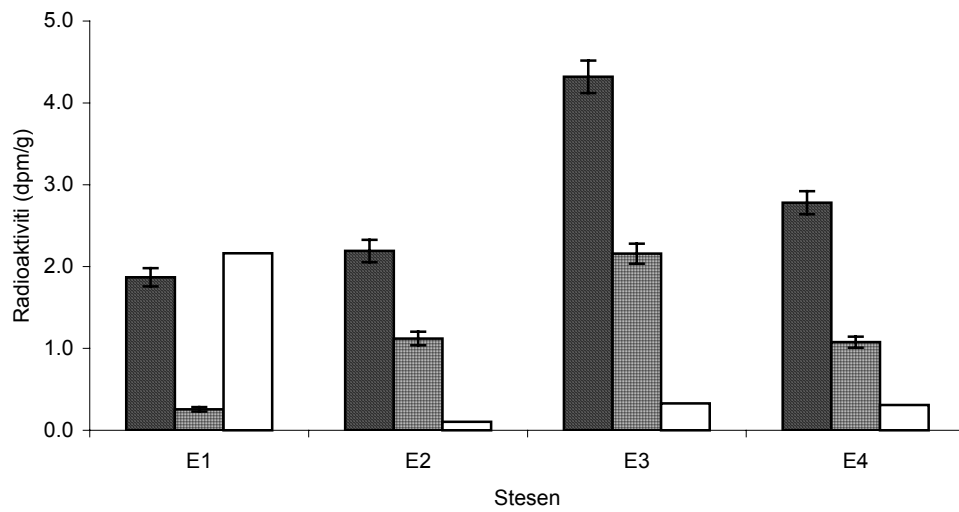
Rajah 2B. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi transet B



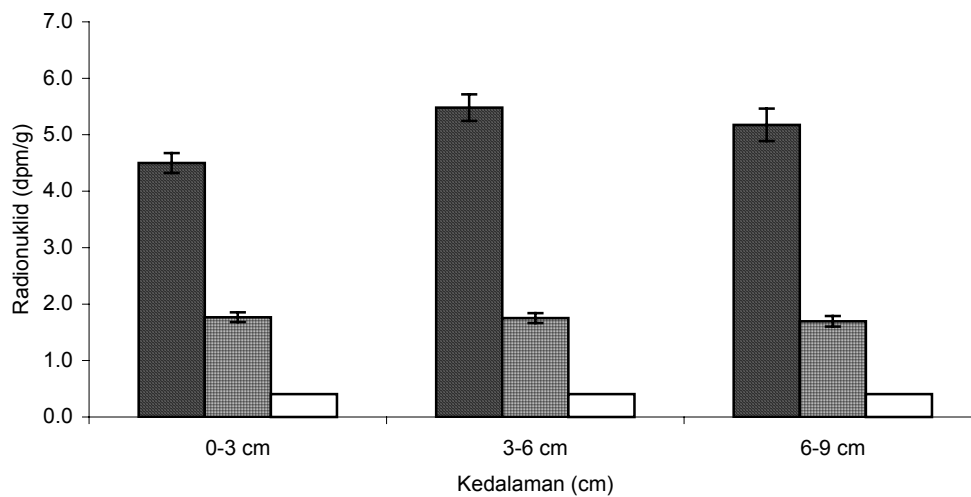
Rajah 2C. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi transet C



Rajah 2D. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi transet D



Rajah 2E. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi transet E



Rajah 2F. Aktiviti ^{210}Po (Gelap), ^{210}Pb (Petak kecil) dan ^{226}Ra (Kosong) di permukaan sedimen bagi Stesen 2 mengikut kedalaman

Rajah 2. Aktiviti ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra yang diperolehi di kawasan kajian.

^{210}Po dan ^{210}Pb yang berada di kawasan kajian ini berasal daripada gabungan pemendakan dengan bahan humik, hidroksida Fe-Mn dan penjerapan pada bahan terampai yang kemudiannya menimbun dalam dasar sedimen [4, 16]. Kajian oleh Norhanum [14], telah mendapati bahan organik dan logam berat di persekitaran marin Kapar, Selangor adalah berasal dari kawasan paya bakau, sungai dan hasil bahan kumbahan daripada stesen janakuasa. Walaupun kajian ini mendapati aktiviti radioaktif yang dikaji adalah rendah tetapi banyak kajian yang telah dilakukan mendapati bahan radioaktif juga terhasil atau terbentuk semasa pembakaran arang batu. Oleh itu pengawasan perlulah dilakukan bagi meminimumkan pengeluaran abu dan abu terbang ke sekitaran. Abu dan abu terbang yang dikeluarkan selepas pembakaran arang batu mengandungi siri aktiviti uranium dan torium tabii. Pihak stesen janakuasa perlulah mempunyai kolam takungan abu dan penapis abu terbang yang berkesan bagi memerangkap atau menghalang penyebaran bahan ini ke kawasan yang berhampiran dengan stesen janakuasa.

Kesimpulan

Aktiviti ^{210}Po , ^{210}Pb dan ^{226}Ra di dalam sedimen bagi stesen persampelan di persekitaran marin stesen janaelektrik Sultan Salahuddin Abdul Aziz (SSAA), Kapar, Selangor telah dapat ditentukan. Kajian mendapati aktiviti ^{210}Po adalah paling tinggi dan diikuti oleh ^{210}Pb dengan seterusnya ^{226}Ra . Manakala aktiviti ^{226}Ra adalah tinggi untuk stesen persampelan tertentu dan rendah di stesen yang lain. Ini mungkin disebabkan kewujudan semulajadi ^{226}Ra dan masa penempatannya dalam sedimen. Terdapat juga kemasukan bahan buangan seperti lignit daripada saluran kumbahan stesen janakuasa SSAA yang mempengaruhi aktiviti ^{226}Ra dan lain-lain radionuklid di sekitaran marin ini. Secara keseluruhan, aktiviti radionuklid yang dikaji ini tertabur secara eratik di persekitaran marin Kapar, Selangor samada pada mengikut stesen ataupun menurut lapisan sedimen. Malah aktiviti adalah rendah dan masih lagi berada di dalam julat selamat, tetapi pihak yang bertanggungjawab perlu memastikan pelepasan abu dan abu terbang tidak mengganggu ekosistem yang berhampiran.

Penghargaan

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak TNB kapar dan TNRD yang telah membenarkan persampelan dilakukan di kawasan tersebut. Tidak lupa juga ucapan terimakasih kepada En. Kamaruzaman dari Malaysian Institute for Nuclear Technology Research yang membantu dalam penganalisaan radionuklid. Penghargaan juga kepada Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar kerana membiayai projek ini di bawah IRPA (No. Projek: 09-02-02-0121).

Rujukan

- [1] Papastefanou, C. 1996. Radiological impact from atmospheric releases of ^{226}Ra from coal-fired power plants. *J. Environ. Radioactivity* **32**: 105-114.
- [2] Papastefanou, C., Monolopoulou, M. and Charalambous, S. 1988. Radioecological measurements in the coal power plant environment. *Radiat. Prot. Dosimetry* **24**: 439-443.
- [3] Koster, H.W., Marwitz, P.A., Berger, G.W., van Weers, A.W., Hagel, P. and Nieuwenhuize, J. 1992. ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra in aquatic ecosystems and polders, anthropogenic sources, distribution and enhanced radiation doses in the Netherlands. *Radiat. Prot. Dosim.* **45**: 715-719.
- [4] Carvalho, F.P. 1995a. ^{210}Pb dan ^{210}Po in sediment and suspended matter in the Tagus estuary. Local enhancement of natural levels by wastes from phosphate ore processing industry. *Sci. Total Environ.* **159**: 201-214.
- [5] Carvalho, F.P. 1995b. ^{210}Pb dan ^{210}Po intake by the Portuguese population: the contribution of sea food in the dietary intake of ^{210}Po and ^{210}Pb . *Health Phys.* **69**: 469-480.
- [6] Germain, P., Leclerc, G. and Simon, S. 1992. Distribution of ^{210}Po in *Mytilus edulis* and *Fucus vesiculosus* along the channel coast of France; influence of industrial release in the Seine river and estuary. *Radiat. Prot. Dosim.* **45**: 257-260.
- [7] Perianze, R. and Garcia- Leon, M. 1993. Ra-Isotopes around a phosphate fertilizer complex in an estuarine system at the southwest of Spain. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles* **172**: 71-79.
- [8] Poole, A.J., Allington, D.J., Baxter, A.J. and Young, A.K. 1995. The natural radioactivity of phosphate ore and associated products discharging into the eastern Irish Sea from a phosphoric acid production plant. *Sci. Total Environ.* **173/174**: 137-149.
- [9] Vale, C. 1986. Transport of particulate metals at different fluvial and tidal energies in the Tagus River estuary. *Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* **186**: 306-312.
- [10] Bacon, M.P., Belastock, R.A., Tecotzky, M., Turekian, K.K. and Spencer, D.W. 1988. Lead-210 and Polonium-210 in ocean water profiles of the continental shelf and slope south of New England. *Contin. Shelf. Res.* **8**: 841-853.
- [11] Turekian, K.K., Nozaki, Y. and Benninger, L.K. 1977. Geochemistry of atmospheric radon and radon products. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* **5**: 227-255.

- [12] Wood A. Khalik Hj., Ahmad, Z., Azhar, N., Shazili, M., Yaacob, R. & Carpenter, R. 1997. Geochemistry of sediments in Johor Strait between Malaysia and Singapore. *Continental Shelf Research*. **17**: 1207-1228.
- [13] Lewis, B.L. and Landing, W.M. 1991. The biogeochemistry of manganese and iron in the Black Sea. *Deep-Sea Res.* **38**: 773-804.
- [14] Norhanum bt Ismail. 1999. Kajian Kandungan logam berat dalam sedimen di kawasan kolam abu dan persekitaran marin di stesen janaelektrik Sultan Salahuddin Abdul Aziz, Kapar, Selangor. Tesis Sm. Sn. (Kep.). Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [15] Williams, J.M., Hensiry, W.K., Wewerka, E.M., Warek, P.L., & Olsen, J.D. 1978. Trace elements distribution in several coal conversion processes: an exchange program between the Los Alamos Scientific Laboratory & National Coal Board of England. *Res. Abstr.* **32594**: 26.
- [16] Carvalho, F.P. and Fowler, S.W. 1993. An experimental study on the bioaccumulation and turnover of Polonium-210 in marine shrimp. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **102**: 125-133. ↵